



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
UENP - CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM AGRONOMIA

RAFAEL ANTONIO SBARDELLA

CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM DE SORGO
FORRAGEIRO AGRI 002E

BANDEIRANTES-PR
MARÇO/2022

RAFAEL ANTONIO SBARDELLA

**CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM DE SORGO
FORRAGEIRO AGRI 002E**

- Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Luiz Meneghel.

- Orientador: Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto

**BANDEIRANTES-PR
MARÇO/2022**

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

SS276c Sbardella, Rafael Antonio
Caracterização da Silagem de Sorgo Forrageiro AGRI
002E / Rafael Antonio Sbardella; orientador Petrônio
Pinheiro Porto - Bandeirantes, 2022.
72 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Agronomia) -
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2022.

1. Silagem. 2. Sorgo Forrageiro. 3. Sorgo
Boliviano Gigante. 4. Alimentos Volumosos. 5.
Forragens Conservadas. I. Pinheiro Porto, Petrônio,
orient. II. Título.

RAFAEL ANTONIO SBARDELLA

**CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM DE SORGO
FORRAGEIRO AGRI 002E**

- Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual
do Norte do Paraná – *Campus* Luiz Meneghel.

- Orientador: Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto	UENP
Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva	UENP
Prof. Dr. Rodrigo Cesar dos Reis Tinini	UNIGUAÇU
Prof. Dr. Keni Eduardo Zanoni Nubiato	FUNEPE
Prof. Dra. Emília de Paiva Porto	UENP

Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Campus Luiz Meneghel

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu pai, Antonio Sbardella (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto, que me serviu de exemplo profissional e como pessoa, sem ele esse trabalho não teria ocorrido. Considerando-o um verdadeiro amigo que tenho o prazer de levar para o resto da vida, um muito obrigado.

A todos os funcionários da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *campus* Luiz Meneghel, em especial aos da Fazenda Escola, por todo apoio e ajuda nesses dois anos de mestrado.

A meu pai Antonio Sbardella (*in memoriam*) por sempre ter me apoiado na vida profissional e em especial ter me instigado a seguir no mestrado, toda dedicação a você.

Agraço ao meu tio Mauro Sbardella (Kiko) por todo apoio e incentivo em todos esses anos de graduação e mestrado, nunca medindo esforços em ajudar e aconselhar, meu muito obrigado.

A Lisandra, minha namorada, companheira e melhor amiga, por todo amor, carinho, atenção, apoio e sempre estar a meu lado nos momentos bons e ruins, aconselhando e incentivando. Não me interessa um tempo comigo, se posso dividir a eternidade com você.

A minha mãe Danielli, por sempre estar a meu lado, minha irmã Marcela e principalmente a meu irmão John, por permanecer firme e forte, incentivando e cuidando de tudo.

A todos os membros e estagiários do grupo PEPOC, por todos os esforços desprendidos para a realização desse trabalho, meu muito obrigado a vocês. Em especial a Isabelly, Felipe e Rian.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

SBARDELLA, Rafael Antonio. **Caracterização da Silagem de Sorgo Forrageiro AGRI 002E**. 2022. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2022.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes teores de matéria seca e alturas de corte na ensilagem do sorgo AGRI 002E, bem como perfil fermentativo utilizando diferentes níveis de ureia e o valor bioeconômico do produto final. As amostras dos materiais in natura e ensilados foram submetidas a análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas (CZ). As plantas colhidas com 129 dias na altura de 70 cm apresentaram os maiores teores de MS (30,77%); colhidas com 114 dias na altura de 30 cm tiveram o maior teor de PB (7,85%) ($p < 0,05$) e cinzas (9,37%) ($p < 0,05$). Os maiores custos para implantação da cultura foram com combustível do maquinário (34,63%), mão de obra (29,23%) e com uso de fertilizantes (23,16%), custando US\$ 0,021 por kg/matéria verde (MV) e US\$ 0,058 por kg/MS. Os materiais apresentaram tendência de aumento da MS com o avanço da idade e alturas mais elevadas, onde os valores oscilaram de 25,77 a 30,77% para a idade de 129 dias e 29,41 a 30,11% para o material com 144 dias, respectivamente. A mesma resposta foi observada para a produtividade de matéria verde (MV) e matéria seca por área, sendo as maiores produções para a altura de 30 cm (8,39; 12,09 e 14,09 ton/ha de MS). Ao final dos 30 dias do período fermentativo, o material aos 114 dias, cortado com 70 cm e adição de 0,25% de ureia demonstrou teor de PB de 6,11%, sendo maior comparado aos outros ($p < 0,05$). Aos 144 dias de idade, no primeiro dia de abertura dos silos, o corte com 50cm e inclusão de 0,5% de ureia apresentou teor de PB de 9,85% ($p < 0,05$), a partir do sétimo dia de abertura todos os materiais apresentaram teores semelhantes desse nutriente entre si ($p > 0,05$). Em relação a produtividade, a maior produção de matéria verde (PMV) e matéria seca (PMS) foi para as plantas cortadas com 144 dias com 30 cm, apresentando também o menor custo (47,92 ton/ha de MV; 14,09 ton/ha de MS; US\$ 0,019 kg MV; US\$ 0,067 kg MS). Quanto ao custeio da cultura, as plantas ensiladas com 144 dias apresentaram menor valor em relação aquelas com 114 e 129 dias (US\$ 0,111 e US\$ 0,078 kg MS, respectivamente), onde a altura de corte acarretou num melhor retorno, sendo a silagem cortada na altura de 30 cm mais barata comparadas às alturas de 50 e 70 cm (US\$ 0,067; US\$ 0,071 e US\$ 0,074 kg MS, respectivamente). Há o aumento da MS da planta conforme a elevação da altura de corte; as maiores produtividades de MV foram para os materiais cortados na altura de 30 cm. Plantas colhidas com menores teores de MS facilitam o processo de compactação, porém geram maiores perdas por efluentes, enquanto que plantas com o avançar do ciclo apresentam maiores níveis de MS, foi observado que teve aumento na PB conforme o aumento na inclusão de ureia e ao realizar o manejo de aumento da altura no momento do corte, há um aumento no custo do kg de MS.

Palavras chave: perfil fermentativo; ensilagem; ureia; volumoso; boliviano gigante.

SBARDELLA, Rafael Antonio. **Characterization of Forage Sorghum Silage AGRI 002E**. 2022. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2022.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effects of different dry matter contents and cutting heights on the silage of sorghum AGRI 002E, as well as the fermentative profile using different levels of urea and the bioeconomic value of the final product. Samples of raw and ensiled materials were subjected to analysis of dry matter (DM), crude protein (CP) and ash. Plants harvested at 129 days at a height of 70 cm had the highest DM contents (30.77%); harvested at 114 days at a height of 30 cm had the highest content of CP (7.85%) ($p < 0.05$) and ash (9.37%) ($p < 0.05$). The highest costs for implementing the culture were with fuel for the machinery (34.62%), labor (29.23%) and with the use of fertilizers (23.16%), costing US\$ 0.021 per kg/green matter (GM) and US\$ 0.058 per kg/DM. The materials showed a tendency to increase DM with advancing age and higher heights, in which the values ranged from 25.77 to 30.77% for the age of 129 days and from 29.41 to 30.11% for the material with 144 days, respectively. The same response was observed for the productivity of green matter (GM) and dry matter per area, with the highest yields for the height of 30 cm (8.39, 12.09 and 14.09 tons/ha of DM). At the end of the 30 days of the fermentation period, the material at 114 days, cut to 70 cm and with the addition of 0.25% of urea, showed a CP content of 6.11%, being higher compared to the others ($p < 0.05$). At 144 days of age, on the first day of opening the silos, the 50 cm cut with the inclusion of 0.5% urea showed a CP content of 9.85% ($p < 0.05$), and from the seventh opening day, all materials showed similar levels of this nutrient among themselves ($p > 0.05$). Regarding productivity, the highest production of green matter (GMP) and dry matter (DMP) was from plants cut with 144 days with 30 cm, also presenting the lowest cost (47.92 tons/ha of GM; 14.09 tons /ha of DM; US\$ 0.019; US\$ 0.067 kg DM). About the cost of the culture, the plants ensiled with 144 days had a lower value compared to those with 114 and 129 days (US\$ 0.111 e US\$ 0.078 kg DM, respectively), where the cutting height resulted in a better return, with silage cut at a height of 30 cm being cheaper compared to heights of 50 and 70 cm (US\$ 0.067; US\$ 0.071 e US\$ 0.074 kg DM, respectively). There is an increase in the DM of the plant as the cutting height increases; the highest GM yields were for materials cut at a height of 30 cm. Plants harvested with lower DM contents facilitate the compaction process, but generate greater losses by effluents, while plants with the advance of the cycle present higher DM levels, it was observed that there was an increase in CP with the increase in the inclusion of urea and when perform the management of height increase at the time of cutting, there is an increase in the cost of kg of DM.

Key-words: fermentation profile; ensilage; urea; bulky feed; giant bolivian.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DADOS METEOROLÓGICOS DE TEMPERATURA MÉDICA (°C) E PLUVIOSIDADE (MM AO MÊS) DO PERÍODO DE CULTIVO DO SORGO AGRI 002E.....	30
FIGURA 2 - TEOR DE MATÉRIA MECA (%) DO SORGO AGRI 002E CORTADO EM DIFERENTES IDADES E ALTURAS DE CORTE.....	32
FIGURA 3 - TEOR DE FDN (%) DO SORGO AGRI 002E CORTADO EM DIFERENTES IDADES (DIAS) E ALTURA DE CORTE (CM)	35
FIGURA 4 - PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA VERDE (PMV) (TON/HA) DO SORGO AGRI 002E CORTADOS 114 DIAS, 129 DIAS E 144 DIAS APÓS O PLANTIO, NAS ALTURAS DE 30 CM, 50 CM E 70 CM	38
FIGURA 5 - PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA SECA (PMS) (TON/HA) DO SORGO AGRI 002E CORTADOS 114 DIAS, 129 DIAS E 144 DIAS APÓS O PLANTIO, NAS ALTURAS DE 30 CM, 50 CM E 70 CM	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TEOR DE PROTEÍNA BRUTA (%) DO SORGO AGRI 002E CORTADO EM DIFERENTES ALTURAS (CM) E IDADES (DIAS).....	34
TABELA 2 - TEOR DE CINZAS (%) E MATÉRIA ORGÂNICA (%) DO SORGO AGRI 002E CORTADO EM DIFERENTES ALTURAS (CM) E IDADES (DIAS) DE CORTE.....	36
TABELA 3 – COMPARAÇÃO DAS ANÁLISES BROMATOLÓGICAS DOS MATERIAIS IN NATURA COM AS SILAGENS AOS 30 DIAS DE ABERTURA	37
TABELA 4 - TEORES DE MATÉRIA SECA (%) DO SORGO AGRI 002E EM DIFERENTES IDADES (DIAS), DIFERENTES ALTURAS (CM) E DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE UREIA (%) CONFORME OS DIAS DE ABERTURA DOS SILOS (DIAS).....	48
TABELA 5 - COMPACTAÇÃO DOS SILOS DE SORGO AGRI 002E CORTADOS EM DIFERENTES IDADES.	49
TABELA 6 - PERDAS POR EFLUENTES (%) DOS SILOS DE SORGO AGRI 002E CORTADOS EM DIFERENTES IDADES (DIAS), DIFERENTES ALTURAS (CM) E DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE UREIA (%) CONFORME OS DIAS DE ABERTURA DOS SILOS (DIAS) ...	52
TABELA 7 - TEOR DE PROTEÍNA BRUTA (%) DA SILAGEM DE SORGO AGRI 002E CORTADA EM DIFERENTES IDADES (DIAS), DIFERENTES ALTURAS (CM) E DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE UREIA (%) CONFORME OS DIAS DE ABERTURA DOS SILOS (DIAS) ...	55
TABELA 8 - TEOR DE CINZAS (%) DA SILAGEM DE SORGO AGRI 002E CORTADA EM DIFERENTES IDADES (DIAS), DIFERENTES ALTURAS (CM) E DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE UREIA (%) CONFORME OS DIAS DE ABERTURA DOS SILOS (DIAS) ...	58
TABELA 9 - PREÇOS DOS PRODUTOS QUÍMICOS (US\$), TOTAL UTILIZADO E CUSTO TOTAL (US\$) COM AS APLICAÇÕES ANTES DO PLANTIO.....	64
TABELA 10 - PREÇOS DOS INSUMOS (US\$), TOTAL UTILIZADO E CUSTO TOTAL (US\$) UTILIZADOS NO PLANTIO E APLICAÇÃO DE COBERTURA.....	64
TABELA 11 - PREÇOS DOS PRODUTOS (US\$), DOSE (UTILIZADA POR HECTARE) E CUSTO TOTAL (US\$), UTILIZADOS NA APLICAÇÃO PARA CONTROLE DE PRAGAS.....	65

TABELA 12 - QUANTIDADES DE HORAS/MÁQUINA UTILIZADAS NOS DIFERENTES MANEJOS NO DECORRER DA CULTURA.	66
TABELA 13 - CONSUMO DE COMBUSTÍVEL INDIVIDUAL DOS MAQUINÁRIOS, TOTAL DE HORAS TRABALHADAS, CONSUMO E CUSTOS TOTAIS COM COMBUSTÍVEL (US\$) .	66
TABELA 14 - VALORES REFERENTES A DIÁRIA DE FUNCIONÁRIOS (US\$), NÚMERO DE DIÁRIAS UTILIZADAS E O CUSTO TOTAL COM CADA FUNCIONÁRIO (US\$)	66
TABELA 15 - CUSTOS TOTAIS (US\$) COM SEMENTES, DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, FERTILIZANTES, MÃO DE OBRA E COMBUSTÍVEL PARA IMPLEMENTAÇÃO DA CULTURA DO SORGO AGRI 002E	67
TABELA 16 - TABELA CONTENDO OS VALORES DA PRODUÇÃO TOTAL E POR HECTARE DE MV E MS, BEM COMO OS RESPECTIVOS CUSTOS (US\$) POR TONELADA E POR KG DA SILAGEM DE SORGO AGRI 002E.....	68
TABELA 17 - PRODUÇÃO DE MATÉRIA VERDE (PMV) E MATÉRIA SECA (PMS) POR HECTARE, TEOR DE MS (%) E CUSTO DE PRODUÇÃO (US\$ KG) DE MV E MS DA SILAGEM DE SORGO COLHIDA COM 114, 129 E 144 DIAS NAS ALTURAS DE CORTE DE 30; 50 E 70 CM	70

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. Características do Sorgo.....	15
2.2. Fatores que Interferem na Confecção da Silagem	16
2.2.1. Teor de matéria seca.....	16
2.2.2. Altura de corte	17
2.2.3 Utilização de aditivos	18
2.3. Perfil Fermentativo	19
2.4. Análise econômica	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
3. EXPERIMENTO 1: CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO AGRI 002E.....	28
3.1. Introdução.....	28
3.2. Material e Métodos.....	29
3.3. Resultados e Discussão.....	31
3.4. Conclusão	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
4. EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO DO PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE SORGO COM DIFERENTES TEORES DE MATÉRIA SECA, ALTURA DE CORTE E ADIÇÃO DE UREIA.....	43
4.1. Introdução.....	43
4.2. Material e Métodos.....	44
4.3. Resultados e Discussão.....	47
4.4. Conclusão	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
5. EXPERIMENTO 3: AVALIAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DA SILAGEM DO SORGO BOLIVIANO GIGANTE AGRI 002E (<i>SORGHUM</i> <i>BICOLOR</i>), COM 0,5% DE UREIA ADICIONADA NA MATÉRIA SECA.....	62
5.1. Introdução.....	62
5.2. Material e Métodos.....	63
5.3. Resultados e Discussão.....	67
5.4. Conclusão	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

1. INTRODUÇÃO

Com os avanços nos sistemas de produção de bovinos de corte e leite, vem havendo uma preocupação crescente com a alimentação desses animais, principalmente com a disponibilidade de alimentos volumosos decorrerão longo do ano, sendo o período da seca a estação mais crítica para os produtores. Segundo Gobbi et al. (2018) no período seco, que corresponde de abril a junho (na região norte do Paraná), há uma diminuição significativa na massa total das pastagens, que representa cerca de 26,6% da quantidade anual de forragem disponível. Essa redução na oferta relaciona-se com diminuição da ingestão de alimentos e consequentemente no ganho de peso dos animais (SOUSA, 2018). A demanda por alimento não se limita apenas ao quesito quantitativo, mas também de maneira qualitativa. Portanto, a ensilagem das forrageiras é uma opção à manutenção da produção na época seca, não ocorrendo restrição alimentar nesse período, mantendo os índices de uma propriedade durante o ano todo (MACHADO et al., 2011).

Segundo Neumann et al. (2017) o milho é considerado como forragem padrão para produção de silagem, isso se deve principalmente devido a uma boa produção de matéria seca (MS) por área, janela de semeadura no decorrer do ano, boa quantidade de carboidratos solúveis para realização da fermentação, o que gera um bom padrão fermentativo e ausência da necessidade do uso de aditivos. Em trabalho realizado por Neumann et al. (2017) na região centro-oeste do estado do Paraná, onde encontraram uma produtividade de biomassa por área é interessante, pois é um dos fatores que diluem os custos da implantação, onde a tonelada de silagem varia de R\$48 a 63 em média, dependendo muito da região.

O sorgo é uma alternativa ao uso da silagem de milho; sabe-se que é uma planta mais tolerante ao estresse hídrico, com boa adaptação a lugares de vulnerabilidade climática, sendo uma opção a ser trabalhada em regiões onde há uma baixa constância das chuvas e disponibilidade de água. A produção de forragem por área é maior que do milho, gerando um alimento com menor custo de produção (VON PINHO et al., 2007). O perfil de fermentação do sorgo também é um fator que faz esse material como uma opção de silagem, pelo fato

de apresentar uma concentração de carboidratos solúveis que permitam uma fermentação láctica adequada (LIMA, 2008).

A qualidade da silagem está relacionada com a escolha dos cultivares utilizados, estudos comparativos entre diferentes híbridos mostram diferenças nos valores nutritivos, esse parâmetro é negligenciado e não levado em conta por produtores. Aliado ao cultivar, o momento ideal da colheita é importante, pois o teor de MS influencia no processo fermentativo e na composição química do silo, (DIAS et al., 2001; MAGALHÃES et al., 2006). A altura de corte também é uma alternativa que visa melhorar a qualidade, porém diminui a massa ensilada, devido redução nos teores de fibra e aumento na proporção de grãos na silagem, quando existente no cultivar (CAETANO et al., 2011).

Visando conservar a qualidade do material ensilado, o uso de aditivos no processo de ensilagem, tem como objetivo melhorar as condições de ambiente para o desenvolvimento dos microrganismos desejáveis responsáveis pela fermentação (BERNARDES E CHIZZOTTI, 2012). A ureia atua como um aditivo químico, tendo importância na qualidade do material, sua função antifúngica age sobre bolores e leveduras, inibindo a ação dos mesmos. Segundo McDonald et al. (1991) a ureia também tem ação nutriente, possibilitando uma melhora no valor nutricional da silagem.

Tão importante quanto a quantidade e qualidade, tem-se o valor econômico do processo, que depende de alguns fatores como o nível de produção animal, produtividade da região, custos de produção, variação dos preços de alimentos concentrados que serão necessários para complementar a dieta, capacidade de prever e gerenciar os riscos e nível cultural dos produtores (PERES et al., 2009; BARROS et al., 2010; COSTA et al., 2011). Portanto, cabe ao produtor avaliar a melhor estratégia de utilização de diferentes volumosos para melhor sustentabilidade da bovinocultura, seja de corte ou de leite.

Diante do exposto, o objetivo geral do trabalho é avaliar os efeitos dos diferentes teores de matéria seca e alturas de corte na ensilagem do sorgo AGRI 002E, bem como perfil fermentativo utilizando diferentes níveis de ureia e o valor bioeconômico do produto final.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características do Sorgo

O sorgo está entre os cinco principais cereais de maior importância mundial, utilizado tanto para alimentação humana como animal, principalmente em regiões semiáridas dos trópicos e subtropicais. No Brasil, seu principal uso é para alimentação animal, os grãos entram como constituintes das rações dos ruminantes e monogástricos, também sua utilização como planta inteira armazenada em forma de silagem (BORGHI et al., 2013).

Segundo Ribas (2014), os cultivares de sorgo são separados em quatro principais categorias: granífero, forrageiro, sacarino e vassoura. O sorgo granífero apresenta baixo porte, presença de panícula e alta produção de grãos, O sorgo forrageiro é considerado de porte alto, tendo ou não a presença de panículas e baixa produção de grãos. O grupo sacarino possui altos teores de carboidratos solúveis, sendo amplamente utilizado na produção de álcool e açúcar. A variedade vassoura é utilizada artesanalmente, onde a partir das panículas são confeccionadas as vassouras.

A demanda por cultivares de qualidade foi um fator que impulsionou o surgimento de diversos híbridos de sorgo, que diferem entre si quanto a suas características específicas de porte, ciclo e aptidão. Estudos buscam comparar esses materiais, no quesito de contribuir para os programas de melhoramento genético; visando a recomendação e o uso de materiais adaptados a cada região, tornando melhor a relação produção/valor nutritivo da cultura, a fim de produzir uma silagem de qualidade, atendendo as exigências de um programa nutricional (CÂNDIDO et al., 2002; ANTUNES et al., 2007).

As variedades apresentam variação na relação e produção dos componentes anatômicos da planta, o que interfere no teor de MS final. O colmo, principalmente em variedades de porte alto, tende a apresentar menores valores nutricionais, como menores níveis de PB, elevados teores de parede celular, fibra e lignina, prejudicando a digestibilidade (NEUMANN et al., 2002).

A produtividade da panícula juntamente com a parte aérea (folhas e colmo) mostra se o genótipo daquele material é mais indicado para silagem ou

outros fins, pois cada fração apresenta diferenças nutricionais. Silva et al (1999) afirmou que os teores de MS dos componentes da planta variam conforme a interação genótipo- ambiente, interferindo na MS da planta inteira. Foi verificado que híbridos de ciclo mais tardio, apresentam maior altura e consequentemente maior rendimento de MS em comparação a materiais mais precoces (FLARESSO et al., 2000; PARAÍSO et al., 2017).

O híbrido AGRI 002E é um material que deriva de uma genética boliviana (AGRICOMSEEDS), com duplo propósito, usado para alimentação animal na forma de silagem e para cobertura de solo. É uma planta com porte elevado (4-5 m), faz perfilhamento e tem fotossensibilidade, onde requer dias com maiores horas de luz para não florescer, sendo uma variedade que não tem produção de grãos e com ciclo fenológico variando de 100 a 120 dias (CARAFFA et al., 2017).

2.2. Fatores que Interferem na Confecção da Silagem

2.2.1. Teor de matéria seca

Após a escolha da variedade do material a ser implantado e sua adaptabilidade a região, com base nas características produtivas e respectivo valor nutricional, determinar a época ideal para colheita é suma importância dentro do processo como um todo. Há critérios pré-estabelecidos a serem adotados que auxiliam os técnicos, na tomada de decisão na busca do melhor ponto pra iniciar o processamento da forrageira, visando o equilíbrio produção x qualidade.

A determinação da MS como parâmetro inicial a fim de estabelecer o ponto de corte da planta, tem grande interferência qualitativa na silagem, pois tem íntima relação com o perfil fermentativo, o que pode alterar o valor nutritivo da planta *in natura*; materiais com uma alta umidade, desencadeiam uma acentuada multiplicação de bactérias indesejáveis no processo, o que gera perdas nutricionais como também por efluentes). Quando se gera exacerbada produção de efluentes devido ao excesso de umidade, tem-se também uma perda dos nutrientes mais solúveis, que são lixiviados e perdidos. Porém, um cultivar colhido com alto teor de MS, (acima de 37-40%), dificulta o corte da planta, devido o maior teor de fibra, compactação do silo e expulsão do oxigênio

presente, favorecendo ocorrência de fermentações secundárias (MACHADO, 2009).

Segundo Van Soest (1994), o processo de ensilagem deve iniciar quando o material apresentar níveis de 30 a 35% de MS, garantindo que ocorra uma boa fermentação e conseqüentemente um bom consumo pelo animal. Quando uma planta apresenta uma adequada proporção de carboidratos solúveis, níveis de 20% MS são suficientes para ocasionar a conservação adequada através de um adequado perfil fermentativo (McDonald et al., 1991).

Venturini (2019) trabalhando com silagem de sorgo AGRI 002E obteve valores de MS de 16,4%, considerado baixo segundo o recomendado, porém devido a uma elevada concentração de carboidratos solúveis (812,23g Kg MS), o material ensilado apresentou fermentação adequada, gerando um produto de qualidade.

Definir o teor de MS na colheita determina a produção de MS e matéria verde (MV) por área, influenciando na diminuição dos custos de implantação, aumentando a produtividade e qualidade da fibra. Conhecendo a produção de MV por área, o rebanho e seu consumo de alimento volumoso, é possível determinar o dimensionamento dos silos, garantindo assim uma silagem de qualidade (PAZIANI et al., 2009).

2.2.2. Altura de corte

Após determinar o ponto de colheita, pode-se explorar melhor alguns manejos pontuais a fim de melhorar o valor nutricional dos cultivares, como um aumento na altura de corte, estratégia utilizada para reduzir as frações de colmo no total de MS da massa ensilada, permitindo uma elevação no valor nutritivo do material.

Rezende et al. (2015), trabalhando em diferentes alturas de corte para ensilagem de milho, aumentando de 20 a 110cm, mostraram diminuição linear da porção fibrosa, como FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina conforme aumentou-se a altura de corte. Chama-se atenção ao ponto da lignina, o que é positivo, sendo esse componente limitante para digestibilidade e degradação da fibra.

Caetano (2001), trabalhando com milho, observou elevando a altura de corte, aumentou-se a proporção de grãos e diminui os percentuais de fibra em detergente ácido (FDA) da silagem, constatando melhora na digestibilidade da MS com a redução da FDA (RESENDE et al., 2003).

Trabalhos utilizando a cultura do milho mensuraram que a cada centímetro (cm) aumentado na altura de corte da planta, tem-se uma redução de 35 kg ha na produtividade, esse resultado é esperado quando se trabalha com esse manejo a fim de melhorar a qualidade do material. Segundo Wu e Roth (2005) essa elevação na altura, acaba por diminuir o volume da massa total, diminuindo o retorno econômico pela tonelada de MS por área, tornando essa prática questionável. Contudo, materiais colhidos com maiores alturas acabam por contribuir com a ciclagem de matéria orgânica do solo, retornando quantidades de nutrientes que estavam disponíveis no colmo da planta, tornando melhor a fertilidade do solo (NUSSIO, CAMPOS e DIAS, 2001).

É notório que conhecer essa diferença de produção por área é um ponto importante a ser observado e dependente do manejo adotado para altura de corte. Bernard et al. (2004) demonstraram que há efeito benéfico na nutrição animal, mas em situações onde o custo da produção não é levado em consideração, sendo essa uma variável que poderá creditar a sustentabilidade do sistema produtivo.

2.2.3 Utilização de aditivos

As culturas de milho e sorgo são as principais utilizadas nos sistemas produtivos como alimentação volumosa através do processamento e ensilagem, por apresentarem as condições necessárias para realização de fermentação, bom teor de MS, carboidratos solúveis em água e baixo poder tampão, tornando-se interessantes para esse tipo de armazenamento. Entretanto, mesmo com esses parâmetros, ocorrem erros na colheita e estocagem, comprometendo seu valor nutricional; aumentando a necessidade do uso de aditivos, a fim de reduzir perdas, melhorar o perfil fermentativo e preservar a qualidade do material (PERAZZO et al., 2017).

Os aditivos vem sendo alvo de vários estudos, buscando trazer maiores evidências e resultados positivos a respeito de seu uso. A utilização visa trazer

um incremento benéfico no processamento da silagem. Sendo descritos pelos efeitos: I) Estimulantes de fermentação, como açúcares ou produtos com alto teor de carboidratos, visando elevar a multiplicação de bactérias ácido lácticas (BAL's). II) Inibidores de fermentações secundárias, substâncias que inibem o crescimento de microrganismos. III) inibidores da deterioração aeróbica, diminuem as perdas após abertura do silo e contato com o ar. IV) aditivos nutrientes, realizam um aumento do valor nutricional do material ensilado, (MCDONALD et al., 1991; KUNG JUNIOR et al., 2003).

Aditivos microbianos consistem no uso de bactérias lácticas homofermentativas ou heterofermentativas (MUCK et al., 2018), sua inoculação inibe o crescimento de microrganismos prejudiciais ao material, que alteram a palatabilidade, ocorre também uma interação das BAL's com a microbiota ruminal, otimizando a digestão de nutrientes (WEINBERG et al., 2003). Os aditivos absorventes são capazes de elevar o teor de MS do material dentro do silo, através do sequestro de umidade, evitando a proliferação de leveduras como também menores perdas através de efluentes (SANTOS et al., 2010), Segundo Schmidt et al. (2014) no Brasil utiliza-se geralmente três grupos de aditivos, sendo eles: químicos, microbianos e sequestrantes de umidade.

A ureia é indicada como aditivo pois auxilia na recuperação da MS, sua utilização no material ensilado consiste em aumentar a disponibilidade de nitrogênio não proteico (NNP) para os microrganismos durante o processo fermentativo da silagem, reduzindo a proteólise da proteína verdadeira (PIRES et al., 2009). Segundo Neumann et al. (2010), a ureia pode ser considerada um aditivo nutriente, pois além de auxiliar no controle de pH, disponibiliza NNP que também será utilizado pelo ruminante como fonte de proteína, ocorrendo incremento desse nutriente.

2.3. Perfil Fermentativo

Todo o processo de ensilagem se baseia no armazenamento de uma forragem em anaerobiose, com o objetivo de conservar o alimento e seu valor nutricional, com o mínimo de perdas e futura utilização para alimentação animal (NEUMANN et al., 2010). Essa conservação é realizada através de um pH ácido no interior do silo, em que os ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e

butírico) são os responsáveis por essa queda no pH; segundo Van Soest (1994) o ácido láctico é o principal responsável por essa diminuição e preservação. Vários microrganismos estão relacionados a produção desses ácidos, os quais utilizam os açúcares solúveis e compostos nitrogenados presentes no material como fonte de substrato para produção desses ácidos (DANNER et al., 2003).

Segundo Carvalho et al. (1992) o teor de MS do alimento determinará o tipo de fermentação que ocorrerá e o teor de carboidratos solúveis atuará como substrato pra proliferação dos microrganismos responsáveis pela fermentação. Silagens bem preservadas apresentam pH na faixa de 3,7 a 4,2, enquanto que pH mais elevados (5 a 7) resultam menor qualidade.

Weinberg e Muck (1996) caracterizaram o processo fermentativo em 4 fases principais:

- I) Aeróbia ou pré-fechamento: haverá a liberação do líquido celular que estava presente no interior da forragem, contendo este, enzimas (proteases, hemicelulases e amilases) e outros polissacarídeos, que serão responsáveis pela hidrólise da proteína e carboidratos, utilizados como substrato para as bactérias aeróbias. Como ainda está ocorrendo uma respiração celular por conta do oxigênio residual, há o desenvolvimento de outros grupos microbianos produzindo calor, CO₂ e H₂O.
- II) Fermentação: com a respiração celular há queda no oxigênio presente, tornando o meio anaeróbico dando início a fermentação. Os microrganismos convertem os açúcares solúveis (glicose, frutose, sacarose, xilose, frutanas e arabinose) em ácidos orgânicos. Num primeiro momento haverá competição pelos substratos, onde conforme ocorre declínio do pH (<4,5) cria-se uma estabilidade com predomínio das BAL's e certa diminuição da população aeróbica, essa fase tem duração de 10 a 14 dias.
- III) Estabilidade: após o predomínio das BAL's e produção de ácido láctico, o material dentro do silo se torna conservado por tempo indeterminado (pH<4), com inibição de outros microrganismos e declínio das BAL's.
- IV) Degradação: após abertura do silo e o contato com o oxigênio o material é submetido a degradação aeróbica. O ácido láctico e outros

ácidos serão fonte de substrato para o desenvolvimento de microrganismos aeróbios como os fungos e leveduras, com consequente elevação da temperatura, pH, liberação de água e putrefação da silagem. Existindo o risco da produção de toxinas prejudiciais aos animais.

2.4. Análise econômica

O portfólio de variedades disponível no mercado atualmente é vasto, seja para o milho como para o sorgo; esses cultivares apresentam variação de produtividade e qualidade, que são fatores atrelados ao ambiente onde serão cultivados e do manejo, tendo isso a genética poderá expressar seu potencial. Portanto, cabe aos técnicos e produtores considerar esses fatos na escolha do material mais adequado para o sistema produtivo de cada região, implicando diretamente em um melhor resultado econômico (ROSA et al., 2004; VIEIRA, et al., 2013).

A produtividade de matéria verde por unidade de área é um dos fatores mais importante quando se desejar ter uma avaliação a respeito de determinado híbrido; sendo um fator que afeta a logística e dimensionamento de silo, tendo importante papel na diluição do custo de implantação, através do aumento na produção (PAZIANI et al., 2009). Contudo o teor de MS do material no dia da colheita, irá expressar a produção de massa seca total, o que é realmente a produção propriamente dita, sendo relacionado ainda com a qualidade (FERRARI JR et al., 2005). Por esses motivos é importante considerar o potencial produtivo e a produção por área de determinada variedade antes de ser implantada numa propriedade, buscando assim diluir custos de produção de MV e MS (NEUMANN et al., 2017).

Matsunaga et al. (1976) propôs alguns pontos para realização da modelagem dos custos de produção, através da metodologia dos custos operacionais, trazendo as despesas desde a implementação e manejo da cultura até a colheita do material para ensilagem. Englobando os custos com sementes, tratamento da mesma, controle de pragas e invasoras, fertilização e mecanização. Conforme foi ocorrendo a modernização dos sistemas produtivos, outras metodologias de análise de custos foram implementadas, considerando

depreciação de infraestrutura e maquinário, seguro de capital e remuneração de capital próprio e da terra (NEUMANN et al., 2003; LOPES et al., 2004; NEUMANN et al., 2017).

Os custos citados acima estão relacionados apenas ao custo produtivo da silagem, levando em consideração a menor produção por área através da produção, seja de MV ou MS. Os pecuaristas e produtores de leite devem realizar essa metodologia de custo na produção de volumoso, porém mais um ponto a ser ponderado é a resposta animal frente ao fornecimento desse alimento, analisando a relação do custo com o benefício, levando em consideração a qualidade nutricional. Buscando a concentração de NDT por kg de MS produzida, tornando possível reduzir a inclusão de concentrados na dieta dos animais, sendo essa a fração de maior custo dentro da alimentação, de modo que produzindo um volumoso de qualidade (baixo custo e ótimo valor nutritivo) pode-se reduzir os custos de alimentação mantendo a eficiência animal (NEUMANN et al., 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S. **Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas de endosperma.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007; 59:1351-1354.
- BARROS, R. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SOUZA, A. S.; FRANCO, M. O.; OLIVEIRA, T. S.; MENDES, G. A.; PIRES, D. A. S.; SALES, E. C. J.; CALDEIRA, L. A. **Viabilidade econômica da substituição da silagem de sorgo por cana-de-açúcar ou bagaço de cana amonizado com ureia no confinamento de bovinos.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.11, n.3, p.555-569, 2010.
- BERNARD, J. K.; WEST J. W.; TRAMMELL, D. S.; CROSS, G. H. **Influence of corn variety and cutting height on nutritive value of silage fed to lactating dairy cows.** Journal of Dairy Science, Champaign, v.87, n.7, p.2172-2176, 2004.
- BERNARDES, T. F.; CHIZZOTTI, F. H. M. **Technological innovations in silage production and utilization.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.13, n.3, p.629-641, 2012.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; SOUSA, V. V.; MARTINS, P. O.; MATEUS, G. P.; COSTA, C. **Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time.** n.51, p.130-139, 2013.
- CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhido em duas alturas de corte para produção de silagem.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- CAETANO, H.; OLIVEIRA, M. D. S.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; RÊGO, A. C.; RENNÓ, F. P.; CARVALHO, M. V. **Evaluation of corn cultivars harvested at two cutting heights for ensilage.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v.40, n.1, p.12-19, 2011.
- CÂNDIDO, M. J. D.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G. **Características fermentativas e potencial biológico de silagens de híbridos de sorgo cultivados com doses crescentes de adubação.** Revista Ceres, n.49, p.151-167, 2002.
- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C. **Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARAFFA, M.; RIFFEL, C. T.; CARNEIRO, E. A.; ZAWACKI, M. E.; WITCZAK, G. P. **Ensaio Estadual de avaliação de genótipos de sorgo silageiro-sacarino, Três de Maio, RS, na safra 2016/17.** In: Reunião Técnica Anual da Pesquisa do

Milho, 62.; Reunião Técnica Anual da Pesquisa do sorgo, 45, 2017, Sertão, **Anais [...]**, Sertão: Instituto Federal do Rio Grande do Sul, 2017, p.182-185.

CARVALHO, D. D; ANDRADE, J. B; BIONDI, P. **Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo I: Produção de matéria seca e de proteína bruta.** Boletim de Indústria Animal, v.49, n.2, p.91-99, 1992.

COSTA, L. T; SILVA, F. F; VELOSO, C. M; PIRES, A. J. V.; ROCHA NETO, A. L; MENDES, F. B. L; RODRIGUES, E. S. O; SILVA, V. L. **Análise econômica da adição de níveis crescentes de concentrado em dietas para vacas leiteiras mestiças alimentadas com cana-de-açúcar.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.11, n5, p.1.155-1162, 2011.

DIAS, A. M. A; BATISTA, A. M. V; FERREIRA, M. A; LIRA, M. A; SAMPAIO, I. B. M. **Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)).** Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.6, p.2086-2092, 2001.

FERRARI JR, E; POSSENTI, R. A; LIMA, M. L. P; NOGUEIRA, J. R. E; ANDRADE, J. B. **Características agrônômicas, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho.** Boletim da Indústria Animal, v.62, p.19-27, 2005.

FLARESSO, J. A; GROSS, C. D; ALMEIDA, E. X. **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, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.

GOBBI, K. F; LUGÃO, S. M. B; BETT, V; ABRAHÃO, J. J. S; TACAIAMA, A. A. K. **Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do Gênero *Brachiaria* na região do arenito Caiuá/PR.** Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, v.75, p.1-9, 2018.

KUNG JUNIOR, L; TAYLOR, C. C; LYNCH, M. P; NEYLON, J. M. **The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows.** Journal of Dairy Science, v.86, n.1, p.336-43, 2003.

LIMA, J. A. **Sorgo: silagem com bom valor nutritivo.** 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/SilagemSorgo/index.htm. Acesso em: 26 de maio de 2020.

LOPES, M. A; LIMA, A. L. R; CARVALHO, F. M. **Controle gerencial e estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG).** Ciência e Agrotecnologia28(4): 234-47, 2004.

MACHADO, F. S. **Avaliação agrônômica e nutricional de três híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios**

de maturação. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

MACHADO, F. S; RODRÍGUEZ, N. M; GONÇALVES, L. C. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, p.1470-1478, 2011.

MAGALHÃES, R. T; GONÇAVES, L. C; MAURÍCIO, R. M; RODRIGUES, J. A. S; BORGES, I; RODRIGUES, N. M; SALIBA, E. O. S; ARAUJO, V. L. **Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica “in vitro” semi-automática de produção de gases.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.1, p.101-111, 2006.

MAGALHÃES, P. C; DURÃES, F. O. M; RODRIGUES, J. A. S.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do sorgo.** 5. Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009, (Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de produção. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_5ed/ecofisiologia.htm> Acesso em: 21/09/2021.

MATSUNAGA, M; BEMELMANS, P. F; TOLEDO, P. E. N. **Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA.** Agricultura em São Paulo, v.23, n.1, p.123-139 (Boletim Técnico), 1976.

McDONALD, P; HENDERSON, A. R; HERON, S. **The biochemistry of silage.** Marlow: Chalcombe Publicatins, 2.ed., 340 p., 1991.

MUCK, R. E; NADEAU, E. M. G; McALLISTER, T. A; CONTRERAS-GOVEA, F. E; SANTOS, M. C; KUNG JUNIOR, L. **Silage review: Recent advances and future uses of silage additives.** Journal of Dairy Science, n.101, p.3980-4000, 2018.

NEUMANN, M; RESTLE, J; ALVES FILHO, D; BERNARDES, C; ARBOITE, M. Z; CERDÓTES, L; PEIXOTO, L. A. O. **Avaliação de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L, Moench) quanto aos Componentes da Planta e Silagens Produzidas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, p.302-312, 2002.

NEUMANN, M; RESTLE, J; BRONDANI, I. L; NORNBERG, L; MELLO, R. O; PELLEGRINI, L. G; SOUZA, A. N. M. **Comportamento produtivo e custo de produção de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para silagem.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, n.3, p.43-54, 2003.

NEUMANN, M; LEÃO, G. F. M; COELHO, M. G; FIGUEIRA, D. N; SPADA, C. A; PERUSSOLO, L. F. **Aspectos produtivos nutricionais e bioeconômicos de híbridos de milho para produção de silagem.** Archivos de Zootecnia, v.66 n.253, p.51-58, 2017.

NUSSIO, L. G; CAMPOS, F. P; DIAS, F. N. **Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho.** In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1.

Maringá, 2001, **Anais** [...] Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001, p. 127-145.

PARAISO, I. G. N.; NETO, O. S. P.; GOMES, L. Z. P.; VELASCO, F. O.; MOURTHÉ, M. H. F.; RAIDAN, F. S. S.; BRAZ, T. G. S. **Características agronômicas de híbridos de sorgo com potencial forrageiro cultivados no Norte de Minas Gerais**. Caderno de Ciências Agrárias, v.9, n.3, p.08–17, 2017.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. **Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.3, p.411-417, 2009.

PERAZZO, A. F.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, E. M.; BEZERRA, H. F. C.; SILVA, T. C.; PEREIRA, G. A.; RAMOS, R. C. S.; RODRIGUES, J. A. S. **Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions**. Frontiers in Plant Science, n.8, p.1088, 2017.

PERES, A. A. C.; VÁSQUEZ, H. M.; SOUZA, J. F. C. S.; VILELA, O. V.; SANTOS, F. C. **Análise financeira e de sustentabilidade de sistemas de produção de leite em pastagem**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.10, p.2072-2078, 2009.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J. N.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. **Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.3, p.422-427, 2009.

RESENDE, J. A.; PEREIRA, M. N.; VON PINHO, R. G.; FONSECA, A. H. **Ruminal silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars**. Scientia Agricola, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

RIBAS, P. M. **Origem e importância econômica**. In: BOREM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. C. (Eds.), *Sorgo: do plantio à colheita*, Viçosa: UFV, p.09-36, 2014.

ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C. E.; 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, v.33, p.302-312, 2004.

SANTOS, M. V. F.; GÓMEZ CASTRO, A. G.; PEREA, J. M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. **Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais**. Archivos de Zootecnia, n. 59, p.25-43, 2010.
SCHMIDT, P.; SOUZA, C. M.; BACH, B. C.; JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W.; BANKUTI, F. **Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como**

usar?. In: Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 5.ed., Maringá, 2014, **Anais** [...] Maringá: UEM, 2014, p.243-264.

SILVA, F. F; GONÇALVES, L. C; RODRIGUEZ, J. A. S. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folhas/panícula.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.1, p.14-20, 1999.

SOUSA, C. C. **Previsão de massa seca de *Brachiaria brizantha* e ganho de peso por bovinos.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018, campus Jaboticabal.

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

VASCONCELOS, R. C; VON PINHO, R. G; REZENDE, A. V; PEREIRA, M. N; BRITO, A. H. **Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho.** *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.6, p.1139-1145, 2005.

VENTURINI, T. **Caracterização da silagem de sorgo forrageiro AGRI 002E e utilização na alimentação de bovinos.** Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, programa de pós-graduação em zootecnia, Marechal Cândido Rondon, 2019.

VIEIRA, V. C; MARTIN, T. N; MENEZES, L. F. G; ORTIZ, S; BERTONCELLI, P. E; STORCK, L. **Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce.** *Ciência Rural*, n.43, p.1925-1931, 2013.

VON PINHO, R. G; VASCONCELOS, R. C; BORGES, I. D; REZENDE, A. V. **Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.2, p.266-279, 2006.

VON PINHO, R. G; VASCONCELOS, R. C; BORGES, I. D; RESENDE, A. V. **Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura.** *Bragantia*, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007.

WEINBERG, Z. G; MUCK, R. E. **New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage.** *FEMS Microbiology Reviews*, Haren, v.19, n.3, p.53-68, 1996.

WEINBERG, Z. G; MUCK, R. E; WEIMER, P. J. **The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid.** *Journal of Applied Microbiology*, n.94, p.1066-1071, 2003

WU, Z; ROTH, G. **Considerations in managing cutting height of corn silage.** College Park: Pennsylvania State University, 2005, 7 p, (Extension publication DAS).

3. EXPERIMENTO 1: CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO AGRI 002E

3.1. Introdução

A atividade produtiva de bovinos de corte e leite tem grande destaque dentro do cenário nacional e internacional, sendo que um dos pilares do setor é a nutrição dos animais, tendo influência no custo de produção final. Uma alimentação adequada e constante é um dos fatores mais importantes, permitindo uma distribuição igualitária da produção no decorrer do ano todo. O principal gargalo para o produtor está na escassez de alimento volumoso na estação seca, sendo necessário contornar esse problema através do uso de algumas técnicas. O processo de ensilagem das forrageiras é uma opção para evitar uma possível restrição alimentar dos animais, sendo possível manter os índices produtivos (MACHADO et al., 2011).

Dentre as espécies indicadas para essa técnica, o milho e sorgo possuem grande destaque, devido características produtivas e qualitativas ideais para o processo. O milho devido seu valor nutricional é considerado como padrão, sendo referência entre outras silagens, no entanto, devido ter grande empregabilidade na alimentação humana e em rações de monogástricos, vem se buscando outras culturas como alternativas para produção de silagem (NEUMANN et al., 2017).

Com isso o sorgo tem se tornado alvo de várias pesquisas como uma opção, devido apresentar características mais tolerantes há fatores ambientais, mantendo uma boa produção frente a essas adversidades, impactando num menor custo de produção desse alimento (PAZIANI et al., 2020).

A qualidade final de uma silagem, está primeiramente ligada a escolha de um cultivar adequado, que se adapte à região, mostrando bons resultados nutricionais frente ao ambiente. Outro ponto é o momento de colheita, onde o teor de matéria seca (MS) tem importante papel dentro da compactação e perdas por efluentes do material presente dentro do silo, como também no processo de fermentação realizado pelos microrganismos (MACHADO et al., 2009).

A altura de corte das plantas é um outro fator que influencia na qualidade, principalmente na porção fibrosa presente; através do manejo de aumentar a

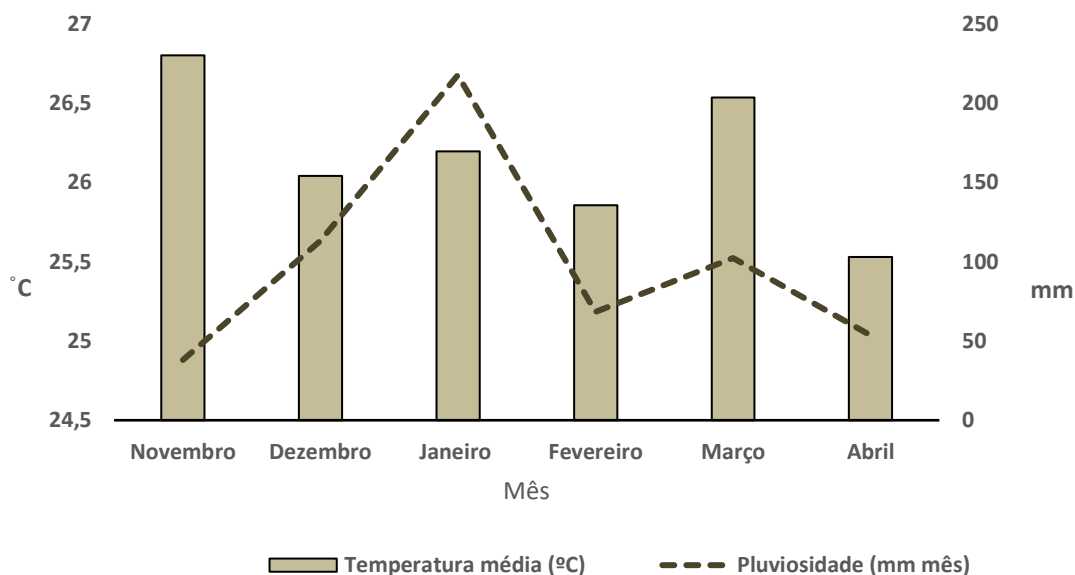
altura de corte da planta, sobretudo do sorgo forrageiro, que apresenta alturas mais elevadas comparado a outros materiais; têm-se uma menor participação do colmo, componente da planta com maior teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e lignina, o que influencia na digestibilidade final da silagem (REZENDE et al., 2015).

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos diferentes teores de MS e alturas de corte no processo de ensilagem do sorgo AGRI 002E, e posteriormente comparar a silagem com 30 dias com o material *in natura*, avaliando as características bromatológicas dos materiais.

3.2. Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de campo, em uma área total de 2,57 hectares, localizada geograficamente pelas coordenadas 23°06'55''S de latitude, 50°21'11''W de longitude, com altitude 442 m. O clima regional é Cfa (Clima Subtropical úmido), sendo característicos verões quentes, baixa frequência de geadas e chuvas bem distribuídas, A umidade relativa do ar foi de 83,5%, o regime pluviométrico e temperaturas médias mensais foram disponibilizados pela Estação Agrometeorológica da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) que fica instalada dentro da UENP – *Campus Luiz Meneghel* (Figura 1). O solo da região é classificado como latossolo vermelho eutroférico com textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

Figura 1 - Dados meteorológicos de temperatura média (°C) e pluviosidade (mm ao mês) do período de cultivo do sorgo AGRI 002E



O material utilizado para confecção da silagem foi o sorgo forrageiro AGRI 002E (*Sorghum bicolor*), o qual teve a semeadura realizada no dia 11 de novembro de 2020, por meio da semeadora – adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para o sistema de plantio direto. As sementes foram distribuídas à uma profundidade de 5 cm, totalizando 14 sementes por metro linear (fileira) e com espaçamento entre linhas de 0,80. A adubação química realizada foi de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 12:15:15 (NPK) e adubação nitrogenada de cobertura com 200 kg ha⁻¹ após 40 dias do plantio.

O experimento 1 foi estabelecido com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3x2 (três teores de matéria seca (MS – 20; 25 e 30% de MS) e três alturas de corte (30; 50 e 70cm, em relação ao solo), totalizando nove tratamentos com duas repetições cada. No dia 06 de março de 2021, após 114 dias do plantio, o material cortado na altura de 30 cm apresentou teor de matéria seca (MS) de 18,2%, iniciando o primeiro corte de cada altura manualmente, passando por processo de moagem com auxílio de uma ensiladeira de capim (MEB®).

Após a moagem o material picado foi alocado sobre lona plástica, com posterior enchimento e compactação (bastões de madeira) dos silos experimentais de PVC (10 cm de diâmetro x 50 cm de comprimento), vedado com tampa de madeira dotada de três furos para perdas dos efluentes e, na outra

extremidade, lona plástica com fita adesiva silver tape®. Após o processo de vedação, os silos foram alocados no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP-CLM).

O mesmo processo foi repetido no dia 20 de março de 2021, quando o material estava com 129 dias após o plantio e teor de 25,77% de MS, e por fim, no dia 01 de abril de 2021 com 144 dias após o plantio com 29,41% de MS foi realizado o último corte, todos na altura de 30 cm.

As amostras da MV utilizada para confecção da silagem de sorgo, bem como dos silos abertos após 30 dias de sua confecção, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar à 60°C por 96 horas, e moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de crivo de 1,0 mm e submetidas as análises bromatológicas para caracterização do material *in natura* e do material ensilado.

Foram realizadas as análises para teor de matéria seca (MS) (método 934.01), cinzas (CZ) (método 934.01) e proteína bruta (PB) (método 981.01) segundo a AOAC (2000). A determinação da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi realizada segundo a metodologia de Van Soest et al. (1991). O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado de acordo com a fórmula, MO (%): $100 - \%CZ$.

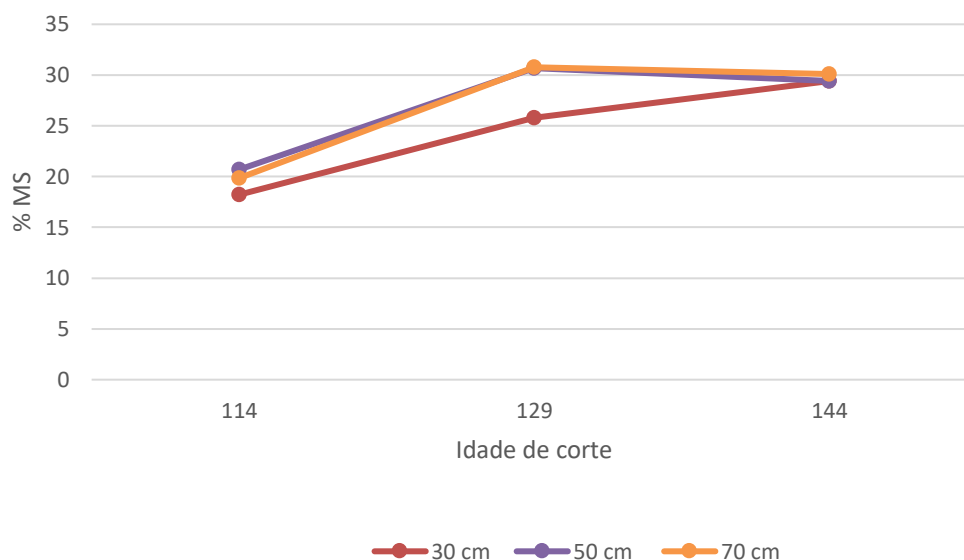
O delineamento experimental utilizado, foi fatorial 3x3, três idades e três alturas de corte. As variáveis foram submetidas a Análise de Variância (ANOVA) quando indicou diferença aplicou o teste de Tukey, considerando nível de significância igual a 5%.

3.3. Resultados e Discussão

As plantas colhidas aos 114 dias nas alturas de 30; 50 e 70 cm apresentaram teores de MS de 18,22; 20,69 e 19,85%, respectivamente, apresentando valores médios aproximados (Figura 2). Os materiais colhidos com 129 dias demonstraram teores de 25,77; 30,68 e 30,77% de MS para as alturas de 30; 50 e 70 cm, respectivamente; onde a planta colhida com 30 cm apresentou teor menor comparada as plantas colhidas com 50 e 70 cm. Já para 144 dias após o plantio, cortados nas alturas de 30; 50 e 70 cm, apresentaram

teores de MS de 29,41; 29,44 e 30,11%, respectivamente, estando os valores semelhantes.

Figura 2 - Teor de matéria seca (%) do sorgo AGRI 002E cortado em diferentes idades e alturas de corte



Venturini (2019) avaliando o material AGRI 002E com 111 dias pós-plantio cortando as plantas a uma altura de 10 cm em relação ao solo, encontrou teores de MS de 13,27%, valor considerado baixo como parâmetro de corte para produção de silagem. Theodoro et al. (2021) avaliando produtividade do sorgo AGRI 002E em função de doses de nitrogênio e manejo de cortes, realizando cortes à 15 cm do solo, com 63 dias e outro com 97 dias pós-plantio, relataram valores de MS de 36,19 e 36,68% respectivamente, para adubação de 150 kg N há. O ciclo fenológico de um cultivar está muito sujeito a interação com o ambiente, tendo influência no acúmulo de MS da planta.

Von Pinho et al. (2006) trabalhando com cultivares de sorgo forrageiro, obteve 44,30% de colmo, 22,30% de folhas e 33,40% de panículas na MS e aumentando a altura de corte de 10 cm para 50 cm, diminuiu inclusão de colmo na MS de 49,50% para 39%. Assim, ao aumentar a altura de corte da planta permite diminuir significativamente a porcentagem de colmo na MS, o que aumenta as outras frações na MS.

Trabalhando com híbridos de milho, Oliveira et al. (2011) observaram aumento significativo ($p < 0,01$) nos teores de MS de 26,56%; 28,02% e 28,72% conforme aumentou-se altura de corte 15 cm, 25 cm e 55 cm, respectivamente, quando colhidos no estágio de $\frac{1}{2}$ linha de leite. Já Marquardt et al. (2017) em estudo com outro material de milho, colhido nas alturas de 20 e 40 cm, quando o grão apresentou $\frac{1}{2}$ linha do leite, mostrou teores de MS ($p > 0,05$) de 31,80% e 32,10%, respectivamente. Esse incremento de MS com a elevação da altura no momento da colheita é bem descrito pelos autores, ocorrendo devido a espiga da planta apresentar maior teor de MS que as folhas e colmo.

Uma elevação no teor de MS acima do limite que é preconizado (35%) prejudica a compactação no interior do silo, o que não permite a adequada expulsão do oxigênio presente, comprometendo assim o perfil de fermentação devido a proliferação de bactérias e fungos que se desenvolvem quando há presença de oxigênio, diminuindo a qualidade da silagem e consequentemente o consumo desse alimento pelos animais.

Em relação aos teores de PB dos materiais cortados com 30 cm de altura, as plantas com 114 dias tiveram 7,86% PB, sendo maior que as outras idades ($p < 0,05$), enquanto que para aquelas com 129 e 144 dias os valores foram de 3,08 e 4,75% PB ($p > 0,05$). Na altura de 50 cm, a idade de 129 dias apresentou o maior valor de PB, com 6,15% ($p < 0,05$), enquanto que para 114 e 144 dias os teores foram de 4,15 e 4,11% PB ($p > 0,05$). Os materiais cortados aos 70 cm para as idades de 114, 129 e 144 dias tiveram valores de 4,85; 4,11 e 4,67% PB ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Teor de proteína bruta (%) do sorgo AGRI 002E cortado em diferentes alturas (cm) e idades (dias)

Altura de corte	Idade da planta	PB
30	114	7,86 A
	129	3,08 C
	144	4,75 BC
50	114	4,15 C
	129	6,15 B
	144	4,11 C
70	114	4,85 BC
	129	4,11 C
	144	4,67 BC

Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si ($p>0,05$).

Quando consideramos todas as alturas e idades de corte, o maior teor de PB foi do material cortado com 30 cm aos 114 dias (7,86% PB) ($p<0,05$); os materiais com 30 cm aos 144 dias; 50 cm aos 129 dias; 70 cm aos 114 e 144 dias foram semelhantes ($p>0,05$). De forma geral, os materiais independentes da altura e idade de corte apresentaram valores próximos, com média de 4,24% de PB para o híbrido AGRI 002E cortado a partir dos 18% de MS.

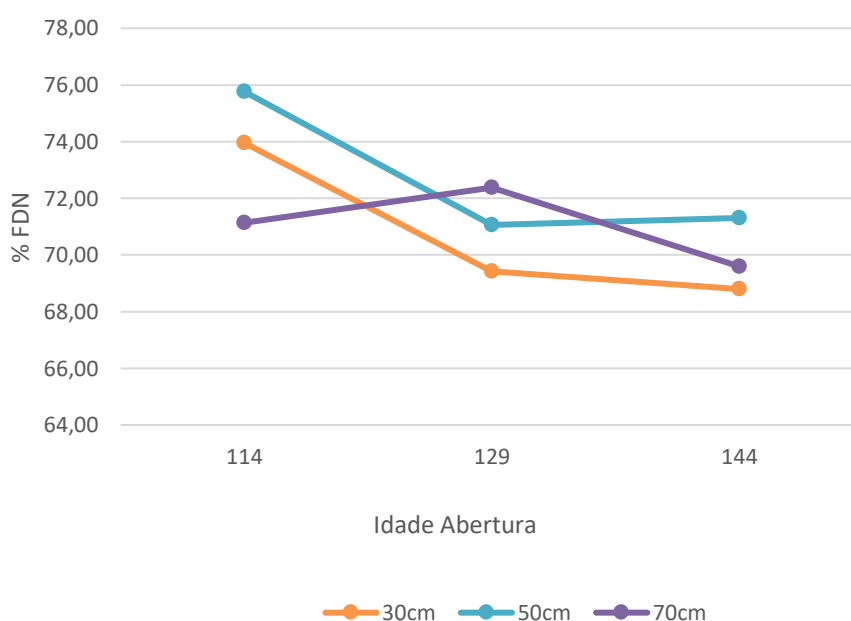
Os valores de PB estão abaixo do encontrado por Venturini (2019) com material colhido aos 111 dias, o qual observou 7,53% de PB. Já Von pinho et al. (2006) trabalhando com variedades de sorgo granífero, duplo propósito e forrageiro, ao avaliar duas alturas de corte (10 cm vs, 50 cm), observaram valores de PB de 9,5; 9,2 e 8,0%, respectivamente, descrevendo que a interação das alturas de corte com os cultivares não foi significativa ($p>0,05$), ou seja, o aumento na altura de corte não foi suficiente para determinar aumento no teor de PB na silagem. À medida que se aumenta a produção de MS, tem-se efeito diluidor da PB na MS e, em cultivares que apresentam panícula, a mesma é responsável por grande participação proteica da planta, com variação de 7,0 à 9,25% PB, seguida das folhas com 6,7 a 9,2% PB e por último o colmo com 1,41 a 2% PB (NEUMANN et al., 2002; MACHADO, 2009). Como o AGRI 002E não tem presença de panícula, as folhas são responsáveis pelo maior teor proteico do material.

Ao trabalhar com aumento da altura de corte para silagem de milho, Oliveira et al, (2011) descreveram resultados de 8,21; 8,37 e 8,63% de PB para

as alturas de 15; 35 e 55 cm, respectivamente, não tendo aumento significativo na PB ($p>0,05$), demonstrando também não haver relação com aumento da PB no material. Em trabalho publicado por Buso et al. (2018) avaliando produção e composição bromatológica da silagem de híbridos de milho sob duas alturas (25 cm vs, 50 cm) no estado de Goiás, não encontraram diferenças ($p>0,05$) nos teores de PB (8,30 e 8,15%, respectivamente).

O teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) do material aos 114 dias foi de 73,95; 75,76 e 71,64% para as alturas de 30; 50 e 70 cm, respectivamente. Com 129 dias, os teores de FDN foram de 69,42; 71,06 e 72,38% para as respectivas alturas e aos 144 dias, os valores foram de 68,80; 71,31 e 69,60% (Figura 3).

Figura 3 - Teor de FDN (%) do sorgo AGRI 002E cortado em diferentes idades (dias) e altura de corte (cm)



Em trabalho publicado por Granados-Niño (2021) avaliando o efeito da altura de corte do sorgo forrageiro sobre o valor nutritivo da silagem, observou valores de 74,1; 66,9; 66,2; 64,0; 63,0 e 62,0% de FDN conforme as alturas de 10; 20; 30; 40; 50 e 60 cm, respectivamente. Foi observado diferença ($p\leq 0,05$) nos teores de FDN do sorgo cortado com 10 cm para as demais alturas, a partir de 20 cm não foi verificado diferença ($p\geq 0,05$) no FDN entre as alturas.

O teor de cinzas do material colhido com 30 e 70 cm aos 114 dias apresentou valores de 9,37 e 7,56% ($p<0,05$). Os valores de 30 cm com 129 dias; 50 cm com 114 e 129 dias; 70 cm com 114 e 129 dias foram semelhantes ($p<0,05$), com teores de 6,00; 6,25; 6,38; 7,59 e 6,40%, respectivamente, Venturini (2019) encontrou teor de cinzas de 8,85% para o material cortado com 111 dias e a uma altura de 10 cm do solo, sendo o valor próximo ao encontrado no presente estudo (Tabela 2). Conforme há o aumento na altura de corte, menos colmo estará presente na amostra, sendo o componente da planta com maior teor de matéria mineral.

Tabela 2 - Teor de cinzas (%) e matéria orgânica (%) do sorgo AGRI 002E cortado em diferentes alturas (cm) e idades (dias) de corte

Altura	Idade	Cinzas	Matéria Orgânica
30	114	9,37 A	90,63 C
	129	6,00 BC	94,00 AB
	144	5,21 C	94,89 A
50	114	6,25 BC	93,75 AB
	129	6,38 BC	93,62 AB
	144	4,82 C	95,28 A
70	114	7,59 AB	92,41 BC
	129	6,40 BC	93,60 AB
	144	4,50 C	95,50 A

Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si ($p>0,05$)

Comparando as análises bromatológicas do material *in natura* com a silagem aos 30 dias, pode-se notar que para as alturas de 30 cm aos 114 dias e 50 cm aos 129 dias, houve diminuição nos teores de PB de 7,86 para 4,15% e 6,15% para 4,69% ($p<0,05$); o restante das alturas de corte não foram observadas diferenças (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação das análises bromatológicas dos materiais in natura com as silagens aos 30 dias de abertura

	Altura	Idade	MS	PB	MO	CINZAS
In natura	30	114	18,2	7,86 A	90,6	9,37
		129	25,8	3,08 E	94,0	6,00
		144	27,7	4,75 D	94,8	5,21
	50	114	20,7	4,15 DE	93,7	6,25
		129	30,7	6,15 BC	93,6	6,38
		144	27,6	4,11 DE	95,2	4,82
	70	114	19,9	4,85 CDE	92,4	7,59
		129	30,8	4,11 DE	93,6	6,40
		144	28,0	4,67 CDE	95,5	4,50
30 dias de ensilagem	30	114	20,2	4,15 DE	93,7	6,25
		129	25,4	6,15 BC	93,6	6,38
		144	23,8	4,11 DE	95,2	4,82
	50	114	19,6	3,80 E	92,3	7,67
		129	26,7	4,69 DE	93,3	6,72
		144	24,8	4,70 CDE	93,7	6,31
	70	114	19,8	5,08 CD	92,6	7,40
		129	27,3	4,96 CD	92,9	7,12
		144	28,3	6,23 BC	93,0	7,00

Letras iguais na coluna não diferem entre si ($p>0,05$).

A produtividade de matéria verde das plantas colhidas com 114 dias foram de 46,04; 41,41 e 36,70 ton/ha; quando o material apresentou 129 dias de idade a produção foi de 46,91; 42,65 e 39,71 ton/ha para as respectivas alturas (30; 50 e 70 cm) e para a idade de 144 dias, houve rendimento de 47,92; 45,02 e 42,33 ton/ha (Figura 5), Conforme teve avanço no estágio de maturação do sorgo, houve incremento na produtividade de MV por área, enquanto que com o aumento na altura de corte pode-se notar diminuição nessa produtividade. O mesmo comportamento foi observado para produção de MS por área, sendo ambos os resultados esperados (Figura 6).

Figura 4 - Produtividade de Matéria Verde (PMV) (ton/ha) do sorgo AGRI 002E cortados 114 dias, 129 dias e 144 dias após o plantio, nas alturas de 30 cm, 50 cm e 70 cm

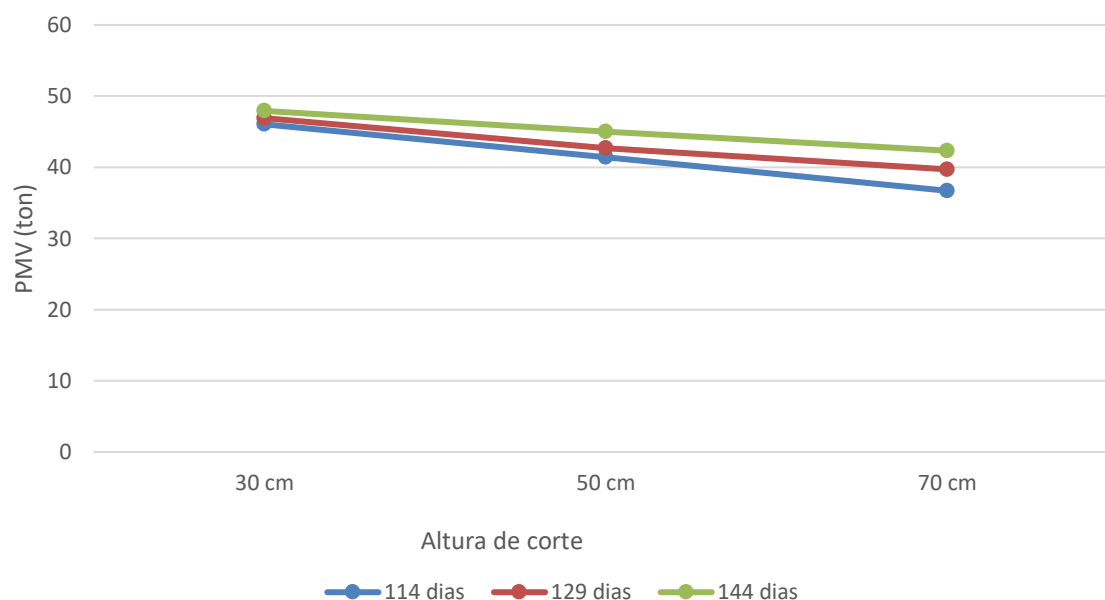
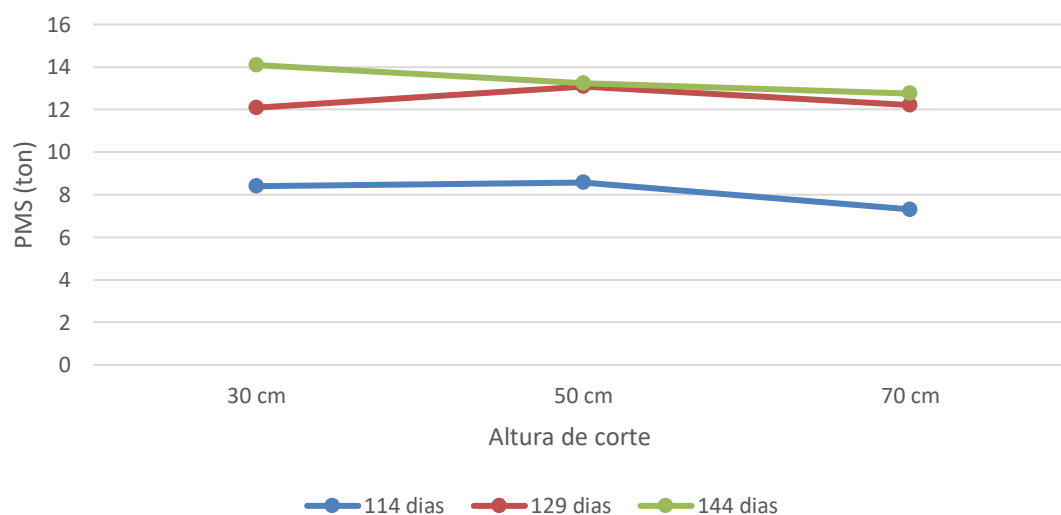


Figura 5 - Produtividade de Matéria Seca (PMS) (ton/ha) do sorgo AGRI 002E cortados 114 dias, 129 dias e 144 dias após o plantio, nas alturas de 30 cm, 50 cm e 70 cm



Pinho et al, (2006) para os cultivares Volumax e BR 601 no estado de Minas Gerais, onde os materiais colhidos com 129 dias após o plantio tiveram média produtiva de 14,40 ton/há. Os mesmos autores avaliando outros materiais (granífero e duplo propósito) de caráter mais precoce (AG 1018; DKB 860; AG 2005E; Massa 3) com colheitas realizadas com 110 dias para os graníferos e 113 dias para os de duplo propósito, apresentando produtividades médias de 9,0 e 10,8 ton/ha, apontando que essa menor PMS está relacionada com o ciclo vegetativo do cultivar, onde os materiais mais tardios apresentaram maior produção. Já Dantas et al. (2017) avaliando o material Volumax no estado de

São Paulo, realizando a colheita em diferentes estádios de maturação do grão (R3- grão leitoso e R4- grão pastoso) obteve uma produtividade de matéria verde (PMV) por área próxima ao presente trabalho de 52,5 e 63,2 ton/ha, respectivamente.

Trabalhando com o sorgo AGRI 002E colhido aos 63 dias de idade, Theodoro et al. (2021) relataram PMV de 52,55 ton/ha e PMS de 19,39 ton/ha, enquanto quando colhido com 97 a PMV de 99,19 ton/ha e PMS 36,69 ton/ha. Já no trabalho de Venturini (2019) realizando colheita com 111 dias, o mesmo obteve PMV por área de 149,17 toneladas e PMS de 27,33 ton/ha, isso foi devido ao baixo teor de MS do material no momento da colheita. Ao relacionar a produtividade por estágio de maturação com altura de corte, pode-se notar que ao aumentar a mesma se tem redução na produtividade de MV e MS por área.

Ao trabalhar com a cultura do milho se observa essa mesma relação da altura com a produção. Realizando a elevação do corte de 20 cm para 50 cm, 80 cm e 110 cm se tem PMS de 10,75; 10,40; 10,05 e 9,71 ton/ha para as respectivas alturas, sendo essa uma prática a fim de melhorar a qualidade do material ensilado, onde o colmo permanece na área plantada (REZENDE et al., 2015).

Buso et al. (2018) também trabalhando com cultivares de milho em diferentes alturas de corte (25 vs, 50 cm) obtiveram PMV de 42,0 e 38,5 ton/ha e PMS de 14,0 e 12,3 ton/ha ($p>0,05$), respectivamente. Já Souza et al. (2020) avaliando a cultura do milho relacionando altura de corte com PMS (ton/ha) e material remanescente de colmo na área (ton/MS/ha), relataram que material cortado com 0 cm de altura apresentou PMS de 24,75 ton/ha com nenhum resquício de colmo, enquanto com 30 cm uma PMS de 21,45 ton/ha e 2,41 ton/MS/ha de colmo e, por fim, altura de 45 cm com PMS de 22,21 ton/ha permanecendo 3,5 ton/MS de colmo por hectare. A redução de produtividade foi de cerca de 10,30%, semelhante ao presente estudo onde foi possível observar queda de 10,30%, apesar de se tratarem de culturas diferentes.

Diante do exposto, pode-se inferir que para a cultura do sorgo a cada cm de elevação na altura de corte no momento da colheita, foi deixado 184,4 kg de MV por hectare na área plantada, correspondendo à 34,7 kg de MS por hectare. Resultado semelhante foi encontrado por Rezende et al. (2015) com valor de 35 kg MS por hectare para a cultura do milho. Realizando esse ainda pode se ter

como benefício o aumento da ciclagem de potássio no solo, acarretando geralmente na diminuição dos custos com adubação na referida área (RABÊLO et al., 2013).

3.4. Conclusão

O sorgo AGRI 002E colhidos com 114, 129 e 144 dias de idade apresentaram incremento nos teores de matéria seca conforme aumento da altura de corte.

Pode-se concluir que há uma janela de corte de 15 dias para o material, a partir dos 129 até os 144 dias, sem haver grandes variações na MS e composição bromatológica, o que é atrativo para o produtor, permitindo certa flexibilidade de manejo para realizar o corte.

O teor de PB não foi influenciado pela altura de corte ($p>0,05$), permanecendo semelhante entre as idades e alturas de corte

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

DANTAS, T. F; FERRARI, J. V; MATOSO, A. O. M; CRUZ, L. T. **Avaliação do sorgo forrageiro em diferentes épocas de colheita.** In: VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO, 2016, São Paulo, Anais [...] Jales, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2013, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 353p.

GRANADOS-NIÑO, J. A; RETA-SÁNCHEZ, D. G; SANTANA, O. I; REYES-GONZÁLES, A. R; OCHOA-MARTINEZ, E; DÍAZ, F; SÁNCHEZ-DUARTE, J. I. **Efecto de la altura de corte de sorgo a la cosecha sobre el rendimiento de forraje y el valor nutritivo del ensilaje.** Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, n.12, v.3, p.958-968, 2021.

MACHADO, F. S. **Avaliação agronômica e nutricional de três híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios de maturação.** 2009, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

MACHADO, F. S; RODRÍGUEZ, N. M; GONÇALVES, L. C. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, p.1470-1478, 2011.

MARQUARDT, F. I; JOBIM, C. C; BUENO, A. V. I; RIBEIRO, M. G. **Altura de corte e adição de inoculante enzimo-bacteriano na composição químico-bromatológica e digestibilidade de silagens de milho avaliada em ovinos.** Ciência Animal Brasileira, v.18, p.1-9, 2017.

NEUMANN, M; RESTLE, J; ALVES FILHO, D. C; BERNARDES, A. C; ARBOITE, M. Z; CERDÓTES, L; PEIXOTO, L. Z. O. **Avaliação dos diferentes híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L, Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.1, p.302-312, 2002.

NEUMANN, M; LEÃO, G. F. M; COELHO, M. G; FIGUEIRA, D. N; SPADA, C. A; PERUSSOLO, L. F. **Aspectos produtivos nutricionais e bioeconômicos de híbridos de milho para produção de silagem.** Archivos de Zootecnia, v.66 n.253, p.51-58, 2017.

OLIVEIRA, F. C. L; JOBIM, C. C; SILVA, M. S; CALIXTO JUNIOR, M; BUMBIERIS JUNIOR, V. H; ROMAN, J. **Produtividade e valor nutricional da**

silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.4, p.720-727, 2011.

PAZIANI, S. F; FREITAS, R. S; DUARTE, A. P; TICELLI, M; SAWAZABI, E; NUSSIO, L. G; MARTINS, A. L. M; GALLO, P. B. **Sorgos “gigantes” para silagem.** Brazilian Journals of Development, v.6, n.12, p.99936-99946, 2020.

RABÊLO, F. H. S; REZENDE, A. V; RABELO, C. H. S; AMORIM, F. A. **Características agronômicas e bromatológicas do milho submetido a adubações com potássio na produção de silagem.** Revista Ciência Agronômica, v.44, n.3, p.635-643, 2013.

REZENDE, A. V; WATANABE, D. J; RABELO, F. H. S; RABELO, C. H. S.; NOGUEIRA, D. A. **Características agronômicas, bromatológicas e econômicas de alturas de corte para ensilagem da cultura do milho.** Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.2, p.961-970, 2015.

SOUZA, L. A; CARVALHO, W. T. V; PEREIRA, R. V. G; FARIA, H. A; MINIGHIN, D. C; TAVARES, Q. G; RIBEIRO, C. H. M; SILVA, L. V; TEIXIERA, L. E; MARTINS, G. A. **Avaliação de diferentes alturas de corte na ensilagem de milho.** Pubvet, v.14, n.1, p. 1-7, 2020.

THEODORO, G. F; RIBEIRO, M. M; PACHECO, F. B. S; MIYAKE, A. W. A. **Produtividade do sorgo forrageiro em função de doses de nitrogênio e manejo de cortes.** Reserach, Society and Development, v.10, n.11, 2021.

VENTURINI, T. **Caracterização da silagem de sorgo forrageiro AGRI 002E e utilização na alimentação de bovinos.** Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, programa de pós-graduação em zootecnia, Marechal Cândido Rondon, 2019.

VON PINHO, R. G; VASCONCELOS, R. C; BORGES, I. D; REZENDE, A. V. **Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.2, p.266-279, 2006.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. 1991. **Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle.** Journal of Dairy Science. V.74, n.10, p.3583-3597.

4. EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO DO PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE SORGO COM DIFERENTES TEORES DE MATÉRIA SECA, ALTURA DE CORTE E ADIÇÃO DE UREIA

4.1. Introdução

Com o crescimento populacional e o aumento por demanda de alimentos, tem-se gerado uma preocupação na evolução dos sistemas produtivos da agricultura como da pecuária. No âmbito pecuário a preocupação está na alimentação os animais, devido a oscilação na disponibilidade dos alimentos volumosos no decorrer dos meses do ano, gerando instabilidade na produção de leite como de carne.

O gargalo está no período crítico do ano, que no Paraná é considerado a época de abril à julho, onde a oferta de forragem é diminuída por conta da diminuição da temperatura e pluviosidade, ocasionando uma restrição alimentar dos animais, prejudicando a produção. Com base nisso, foi necessário desenvolver técnicas que permitam a conservação das forrageiras para essa época, permitindo às propriedades manterem sua produção (MACHADO et al., 2011; SOUSA, 2018).

A qualidade de uma silagem está atrelada à fatores como a escolha dos cultivares voltados e com características para propiciar um bom material a ser colhido e armazenado. Essas características são principalmente, elevadas quantidades de matéria verde e matéria seca por área, adaptabilidade ao clima regional, momento de plantio e colheita. O sorgo é um material que vem ganhando destaque dentro desse cenário, sendo uma alternativa à cultura do milho para produção de silagem (DIAS et al., 2001; MAGALHÃES et al., 2006; CAETANO et al., 2011).

Segundo Lima (2008) a cultura do sorgo apresenta quantidade suficientes de carboidratos solúveis para realização de uma fermentação láctica adequada, permitindo a ocorrência de um bom perfil fermentativo, gerando a conservação do material. A fim de melhorar a qualidade do material ensilado, alguns manejos pontuais podem ser utilizados, como aumento na altura de corte, que leva a uma

ensilagem de uma maior proporção de folhas e menos colmos (CAETANO et al., 2011).

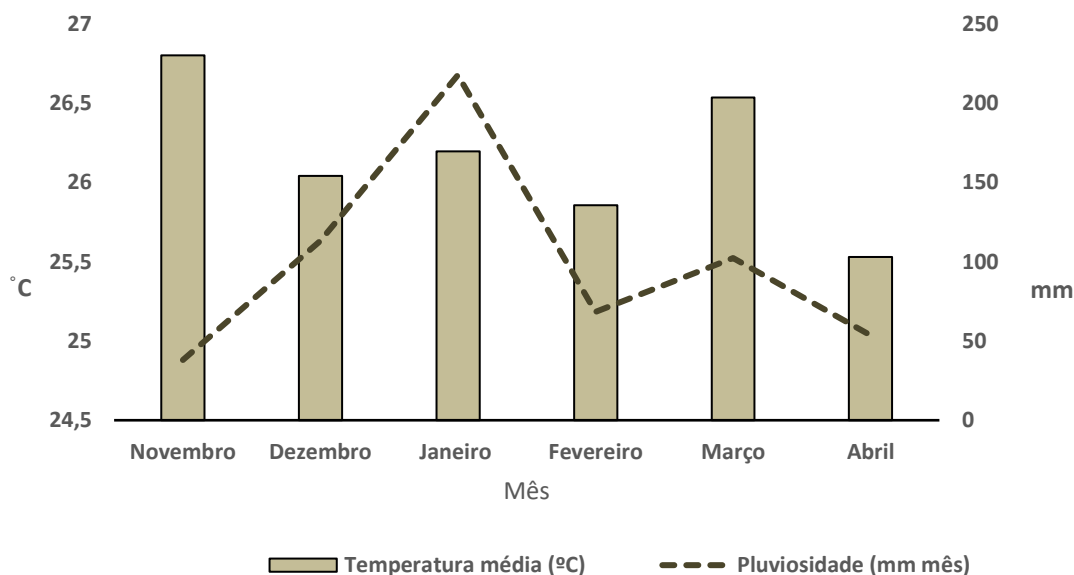
O uso de aditivos visa auxiliar na conservação da forragem, melhorando as condições ambientais internas do silo, evitando proliferação de microrganismos indesejáveis que realizariam fermentações secundárias (BERNARDES E CHIZZOTTI, 2012). A ureia tem função de ser um aditivo nutriente, melhorando o valor nutricional da silagem, realizando incremento de proteína bruta do material (MCDONALD et al., 1991).

Diante do exposto, o objetivo geral do trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes teores de matéria seca, alturas de corte, níveis de inclusão de ureia e dias de abertura dos silos na ensilagem do sorgo AGRI 002E.

4.2. Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de campo, em uma área total de 2,57 hectares, localizada geograficamente pelas coordenadas 23°06'55"S de latitude, 50°21'11"W de longitude, com altitude 442 m. O clima regional é Cfa (Clima Subtropical úmido), sendo característicos verões quentes, baixa frequência de geadas e chuvas bem distribuídas, A umidade relativa do ar foi de 83,5%, o regime pluviométrico e temperaturas médias mensais foram disponibilizados pela Estação Agrometeorológica da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) que fica instalada dentro da UENP – *Campus Luiz Meneghel* (Figura 1). O solo da região é classificado como latossolo vermelho eutroférico com textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

Figura 6 - Dados meteorológicos de temperatura média (°C) e pluviosidade (mm ao mês) do período de cultivo do sorgo AGRI 002E



O material utilizado para confecção da silagem foi o sorgo forrageiro AGRI 002E (*Sorghum bicolor*), o qual teve a semeadura realizada no dia 11 de novembro de 2020, por meio da semeadora – adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para o sistema de plantio direto. As sementes foram distribuídas à uma profundidade de 5 cm, totalizando 14 sementes por metro linear (fileira) e com espaçamento entre linhas de 0,80. A adubação química realizada foi de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 12:15:15 (NPK) e adubação nitrogenada de cobertura com 200 kg ha⁻¹ após 40 dias do plantio.

O experimento foi estabelecido com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3x3x2 (três teores de matéria seca (MS – 20; 25 e 30% de MS); três alturas de corte (30; 50 e 70cm, em relação ao solo) e três níveis de inclusão de ureia (0; 0,25 e 0,5% de ureia) totalizando 27 tratamentos com duas repetições cada. No dia 06 de março de 2021, após 114 dias do plantio, o material cortado na altura de 30 cm apresentou teor de matéria seca (MS) de 18,2%, iniciando o primeiro corte de cada altura manualmente, passando por processo de moagem com auxílio de uma ensiladeira de capim (MEB®).

Após a moagem o material picado foi alocado sobre lona plástica para incorporação dos níveis de ureia (0; 0,25 e 0,5%), posteriormente enchimento e compactação (bastões de madeira) dos silos experimentais de PVC (10 cm de diâmetro x 50 cm de comprimento), vedado com tampa de madeira dotada de três furos para perdas dos efluentes e, na outra extremidade, lona plástica com

fita adesiva silver tape®. Após o processo de vedação, os silos foram alocados no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP-CLM).

O mesmo processo foi repetido no dia 20 de março de 2021, quando o material estava com 129 dias após o plantio e teor de 25,77% de MS, e por fim, no dia 01 de abril de 2021 com 144 dias após o plantio com 29,41% de MS foi realizado o último corte, todos na altura de 30 cm.

As amostras da MV utilizada para confecção da silagem de sorgo, bem como dos silos abertos após 30 dias de sua confecção, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar à 60°C por 96 horas, e moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de crivo de 1,0 mm e submetidas as análises bromatológicas para caracterização do material *in natura* e do material ensilado.

Os silos experimentais foram pesados ainda vazios e posteriormente após a compactação e vedação do silo, determinando a massa verde ensilada. Nos respectivos dias de abertura o conjunto (silo + massa verde) para determinação das perdas por efluentes.

As perdas por efluentes foram calculadas pela diferença entre o peso da amostra no dia que o silo foi vedado com o peso da amostra no dia da abertura do silo, (Equação 1).

Equação 1:

$$PE (\%) = \frac{(PI - PF)}{PI} * 100$$

Onde, PE: perda por efluentes (%); PI: peso da amostra no momento que o silo foi vedado (peso total do tubo na vedação – peso do tubo; kg); PF: peso da amostra no momento da abertura do silo (peso total do tubo na abertura – peso do tubo; kg).

A compactação do silo foi calculada através da massa total da amostra presente no tubo relacionada com o volume total do tubo, (Equação 2).

Equação 2:

$$Compactação = \frac{1 \text{ m}^3 * PA}{VT}$$

Onde, compactação (kg m³); PA: peso da amostra (kg); VT: volume total do tubo de PVC (m³).

As amostras da silagem de sorgo coletadas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar à 60°C por 96 horas, e moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de crivo de 1 mm. Foram realizadas as análises para teor de matéria seca (MS) (método 934.01), cinzas (CZ) (método 934.01) e proteína bruta (PB) (método 981.01) segundo a AOAC (2000). A determinação da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi realizada segundo a metodologia de Van Soest et al. (1991). O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado de acordo com a fórmula, MO (%): $100 - \%CZ$.

O delineamento experimental utilizado, foi fatorial 3x3x3, sendo, três idades de corte, três alturas de corte e três níveis de inclusão de ureia. As variáveis foram submetidas a Análise de Variância (ANOVA) quando indicou diferença aplicou o teste de Tukey, considerando nível de significância igual a 5%.

4.3. Resultados e Discussão

Os teores de MS do sorgo AGRI 002E cortado com 114, 129 e 144 dias após o plantio e abertura dos silos nos diferentes dias (1; 3; 7; 14 e 30 dias) do material cortado com 30 cm de altura, estando próximos aos valores determinados para o material *in natura* (Tabela 4).

Os teores de MS variaram de 18,43 a 23,18%; 22,84 a 30,27% e 23,80 a 30,54% para as idades de corte de 114; 129 e 144 dias, respectivamente. A resposta esperada eram valores próximos aos encontrados nos materiais cortados com 30cm próximos a 20% (observado 18,22%); 25% (observado 29,41%) e 30% (observado 29,41%), fator esse determinante para a confecção dos silos experimentais, com incremento nos teores de MS à medida que se aumentava a altura de corte, onde os resultados encontrados estão de acordo com tal descrição.

Em relação aos dias de abertura, conforme ocorreu abertura dos silos nos dias 1; 3; 7; 14 e 30 também foi observado diminuição nos valores da MS. Com isso é possível inferir que a queda nos teores de MS teve tendência a ocorrer para todas as alturas, independentemente do nível de inclusão de ureia e idade de corte para a variável em questão.

É importante salientar que o menor teor de MS no material cortado com 30 cm provavelmente seja em decorrência da maior presença de colmo da planta, o qual tem menor teor de MS comparada às outras frações da planta. Observa-se um incremento de aproximadamente 10% nos teores de MS quando aumenta a altura de corte para 50 e 70cm (18,22 vs, 20,69 e 19,85% MS, respectivamente).

Avaliando o perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada, colhidas com 119 dias e rente ao solo, Macedo et al. (2012) encontraram teores de MS para adubação de 100 kg de N por hectare de 35,04; 35,10; 35,08; 36,01; 35,09 e 37,05% MS conforme os dias de abertura 1; 3; 7; 14; 28 e 49 dias, mostrando aumento numérico na MS ($p>0,05$), sendo essa adubação semelhante ao presente estudo.

Tabela 4 - Teores de matéria seca (%) do sorgo AGRI 002E em diferentes idades (dias), diferentes alturas (cm) e diferentes níveis de inclusão de ureia (%) conforme os dias de abertura dos silos (dias)

abertura dos silos (dias)									
Dias	30 cm			50 cm			70 cm		
Ureia (%)									
	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5
114 dias									
0		18,22			20,69			19,85	
1	19,98	20,24	19,37	20,32	21,67	23,18	21,92	20,74	21,85
3	20,18	21,26	19,79	19,53	20,88	22,32	21,26	21,28	21,11
7	18,43	20,34	20,38	20,76	19,68	20,82	20,68	20,75	21,05
14	20,00	20,34	21,32	22,02	19,90	21,46	20,46	19,30	19,67
30	20,22	19,80	19,66	19,60	18,19	19,40	19,83	20,78	19,84
129 dias									
0		25,77			30,68			30,77	
1	25,68	27,00	26,97	26,90	28,02	27,52	28,76	30,27	28,05
3	24,67	24,80	25,86	25,29	26,94	26,91	28,22	29,80	26,25
7	22,84	25,41	25,34	26,85	27,13	27,85	26,92	29,18	26,03
14	24,49	26,61	26,62	26,22	25,71	26,59	29,21	27,08	24,97
30	25,42	25,33	23,61	26,73	26,39	27,92	27,35	24,77	28,24
144 dias									
0		29,41			29,44			30,11	
1	26,85	28,15	26,99	26,08	26,91	28,35	27,86	28,89	29,45
3	25,64	25,97	27,92	27,13	27,28	27,87	30,54	29,67	29,03
7	25,14	24,91	25,88	27,12	26,24	25,39	26,70	28,55	26,59
14	23,91	26,68	25,08	25,13	26,52	26,42	24,49	28,67	26,07
30	23,80	24,84	25,52	24,79	24,39	23,32	28,35	26,00	24,42

Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si ($p>0,05$).

Letras minúsculas iguais na linha não diferem entre si ($p>0,05$).

A compactação dos silos experimentais teve um intervalo de variação de 552 a 813 kg m³ entre os tratamentos com 114 dias de idade de corte (Tabela 5). Contudo, para os diferentes tratamentos relacionados à altura e dias de aberturas dos silos apresentaram valores dentro da janela de 600-700 kg m³ preconizada para boa compactação (OLIVEIRA, 2001) (Tabela 12). Já para os materiais com idades de 129 e 144 dias, as compactações dos silos experimentais apresentaram valores abaixo do recomendado, sendo o menor o silo cortado com 70cm e inclusão de 0,25% de ureia aberto no primeiro dia (427 kg m³) quando com 129 dias de idade, enquanto que para 114 dia foi de 380 kg m³ (70cm e inclusão de 0,50% de ureia).

Tabela 5 - Compactação dos silos de sorgo AGRI 002E cortados em diferentes idades.

Dias	30 cm			50 cm			70 cm		
Ureia (%)									
0	0,25	0,5	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5	
114 dias									
1	734	801	764	778	679	679	615	552	620
3	797	780	771	675	671	711	618	664	630
7	783	813	808	729	680	757	660	583	626
14	799	750	781	726	692	671	697	530	629
30	776	762	809	736	696	668	596	674	652
129 dias									
1	567 ab	612 a	593 ab	549 ab	534 ab	503 ab	478 ab	427 b	530 ab
3	631 a	599 a	542 ab	492 ab	539 ab	542 ab	471 b	497 b	562 ab
7	630 a	540 ab	611 ab	504 ab	556 ab	483 b	536 ab	502 ab	517 ab
14	606 a	606 a	542 a	550 a	578 a	545 a	493 a	470 a	506 a
30	599 a	597 a	576 a	590 a	516 a	567 a	503 a	468 a	536 a
144 dias									
1	486	448	458	513	417	449	435	442	434
3	521	518	508	466	437	476	402	470	447
7	518	474	486	459	477	463	481	444	380
14	527	488	505	461	464	435	451	418	416
30	478	510	471	529	460	442	464	453	396

Letras minúsculas iguais na linha não diferem entre si (p>0,05).

A compactação é um fator importante para o perfil fermentativo de um material ensilado, pois está relacionado com a expulsão de oxigênio presente no silo. Para a densidade (kg m³) espera-se valores de 600 a 700 kg m³ de matéria natural, independentemente do tipo de planta ensilada, o que permite que o

processo fermentativo ocorra de maneira ideal (OLIVEIRA, 2001). Segundo Muck e Holmes (2000), há alguns pontos importantes a serem destacados para o sucesso dessa compactação, como: massa dos instrumentos compactadores, tempo de compactação e fechamento, teor de umidade da cultura, espessura de camadas, tipo de silo e tamanho de partícula.

Outro fator importante é em relação ao teor de MS, onde no presente trabalho as plantas de sorgo apresentaram aumento conforme o ciclo fenológico foi se passando, o que segundo Machado (2009) acontece devido a tendência do material em depositar MS e diminuir seu teor de umidade conforme ocorre avanço na idade. Esse aumento na MS nas diferentes idades refletiu diretamente na capacidade de compactação dos silos, sendo as médias das mesmas de 703; 542 e 464 kg m³ para os materiais cortados com 114, 129 e 144 dias de idade. O resultado observado é expressivo em relação a queda na quantidade de matéria verde ensilado por m³ de silo, podendo representar um gasto maior com o processo de ensilagem do cultivar do estudo.

Em trabalho realizado por Garbuio et al. (2008) avaliando a influência da matéria seca e regulagens de uma colhedora de forragem nos tamanhos de fragmentos e na densidade da silagem de planta inteira de dois híbridos de milho, o autor relatou a redução na densidade de massa verde com a elevação da MS da silagem. No seu estudo, os materiais com teores de MS de 27,2; 29,5; 32,1; 38,1 e 39,7% apresentaram densidades de 394,6; 334,8; 352,3; 298,6 e 291,4 kg m³, respectivamente, concluindo que conforme há a maturidade da planta e maior será a exigência em energia para compactação da massa.

Os valores das perdas por efluentes tiveram ligação direta com o teor de MS e compactação do silo, onde nos materiais cortados aos 114 dias, 30 cm de altura e inclusão de ureia de 0; 0,25 e 0,5% e densidades de 776; 762; 809 kg m³, respectivamente, demonstraram as maiores produções de efluentes 17,4; 15,4 e 14,2% (Tabela 6), respectivamente, no último dia de abertura. Já para os mesmos materiais cortados na com 129 e 144 dias, compactação de 599; 597 e 576 kg m³ e 637,46; 600,88; 631,54 kg m³, respectivamente, apresentaram menores perdas (1,59; 1,91 e 2,55% e 4,30; 4,1 e 7,62%, respectivamente).

As perdas por efluentes se mostraram crescentes conforme os dias de abertura dos silos, sendo abaixo do recomendado como ideal para um bom processo fermentativo no interior do silo (600 – 700 kg m³; OLIVEIRA, 2001).

Não foi notado a presença de fungos no interior dos silos de PVC, sendo um indício de que houve uma adequada expulsão do oxigênio, não permitindo o crescimento de fungos que pudessem prejudicar a qualidade da silagem.

Tabela 6 - Perdas por efluentes (%) dos silos de sorgo AGRI 002E cortados em diferentes idades (dias), diferentes alturas (cm) e diferentes níveis de inclusão de ureia (%) conforme os dias de abertura dos silos (dias)

Dias	30 cm			50 cm			70 cm		
Ureia (%)									
	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5
114 dias									
1	8,70	7,20	8,10	7,60	6,40	5,30	3,90	17,00	9,20
3	9,00	9,50	9,00	6,70	6,00	6,40	2,70	5,10	5,10
7	10,90	10,90	10,20	6,90	8,10	8,50	4,20	2,70	6,60
14	14,80	10,50	11,10	5,20	7,80	8,20	8,00	3,20	6,40
n30	17,40	15,40	14,20	10,40	14,30	6,00	6,30	9,00	10,80
129 dias									
1	0,33	2,29	0,53	0,23	0,83	0,51	0,27 B	0,30	0,35
3	0,30	0,21	0,95	0,52	1,80	0,60	0,54 B	0,51	0,56
7	0,80	1,06	1,25	1,01	0,91	1,44	0,71 B	3,31	0,86
14	2,10	2,31	2,71	1,74	1,44	1,53	3,16 A	1,90	1,64
30	1,59	1,91	2,55	2,27	1,52	2,15	1,40 B	2,18	1,79
144 dias									
1	0,70	0,70	1,00	0,70	0,60	0,40	0,60	0,70	0,70
3	1,20	1,10	0,90	1,40	0,60	1,60	2,00	1,30	1,60
7	1,00	1,30	2,10	2,10	1,60	1,20	2,00	1,70	2,30
14	2,20	2,70	1,40	3,00	2,70	3,10	2,50	3,20	3,20
30	4,30	4,10	4,20	4,30	4,30	4,90	3,70	4,80	4,60

Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si (p>0,05).

Até o 14º dia de abertura dos silos, para todas as alturas de corte, ocorreu um aumento nas perdas por efluentes e para última abertura de silo, aos 30 dias, houve estabilização e diminuição nas perdas nos tratamentos. Com isso pode-se observar que o aumento no teor de MS prejudica a compactação, mas outros fatores podem estar associados a isso, como o tamanho das partículas do material, variável que não foi mensurada. Contudo, nos materiais cortados com 129 dias, 70 cm de altura e nos níveis de ureia 0 e 0,25%, que foram observadas diferenças entre as variáveis ($P < 0,05$), porém, somente em relação ao dia de abertura.

Venturini (2019) encontrou efeito significativo ($p < 0,05$) para os teores de MS da silagem de sorgo AGRI 002E com os dias de abertura dos silos, sendo que o material original teve nível de MS de 13,34% MS variando para 17,25; 17,10; 16,87; 16,70; 16,97 e 16,72% MS para abertura nos dias 1; 3; 7; 14; 28 e 56, respectivamente. A MS do material no momento da ensilagem foi abaixo do mínimo recomendado por Nussio et al, (2011) que é de 25%. Esse aumento na MS pode ser explicado pela desidratação do material presente no interior do silo, com perda de água e geração de efluentes (ÁVILA et al., 2009).

As perdas por efluentes influenciam no valor nutritivo, pois componentes nitrogenados, açúcares e minerais podem ser perdidos nesse resíduo, o que diminui o valor nutricional do alimento. A produção dos efluentes tem estreita ligação com o grau de compactação e processamento da forragem (HAIGH, 1999).

Segundo Loures (2000), uma silagem produzida com qualidade, é necessária uma intensa compactação, porém, ao passo que se aumenta essa densidade, ocorre uma maior produção de efluentes, o que depende também do teor de MS do material no momento da ensilagem. Loures et al. (2003) em pesquisa realizada com silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação, apontou que 55% do total de efluentes são produzidos nos primeiros dias após a vedação do silo, e que a silagem submetida a maior compactação (781 kg m^3) teve uma maior produção de efluentes.

Como mencionado acima, os materiais cortados com 114 dias apresentaram compactações ideais para expulsão ótima do ar presente no interior do silo, porém, com teores de MS abaixo do recomendado para colheita

e ensilagem e, conseqüentemente, acarretaram numa perda por efluentes considerável.

Aos 114 dias o material cortado com 30 cm de altura, no primeiro dia após o fechamento dos silos foi possível observar aumento na PB conforme houve inclusão de ureia, sendo 6,21; 6,20 e 8,39% ($p < 0,05$) para os níveis de 0,00; 0,25 e 0,5% de ureia, respectivamente. Conforme aumentava o intervalo dos dias de abertura o teor de PB de acordo com os níveis de inclusão de ureia permaneceu parecidos ($p > 0,05$). Para o corte com 50 cm o mesmo comportamento foi observado para o primeiro dia de abertura ($p < 0,05$) e durante os dias foi notado tendência de a PB ser parecida entre os níveis de ureia ($p > 0,05$). Aos 70 cm até o sétimo dia de abertura observa-se efeito linear com a inclusão de ureia nos teores de PB ($p < 0,05$), e ao final dos 30 dias esse nutriente foi maior para a inclusão de 0,25% ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7 - Teor de proteína bruta (%) da silagem de sorgo AGRI 002E cortada em diferentes idades (dias), diferentes alturas (cm) e diferentes níveis de inclusão de ureia (%) conforme os dias de abertura dos silos (dias)

Dias	30 cm			50 cm			70 cm		
Ureia (%)									
0	0,25	0,5	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5	
114 dias									
0	7,86			4,34			4,94		
1	6,21 Ab	6,20 bc	8,39 Aa	4,73 ABb	6,27 Abc	9,08 Aa	5,50 Ac	9,99 Aa	9,70 Aa
3	4,49 ABb	5,68 Ab	5,79 Bb	4,55 ABb	6,27 Ab	6,21 Bb	5,55 Ab	6,71 Bb	8,79 Aa
7	3,68 Bc	5,54 Ab	5,67 Bb	5,20 ABbc	4,99 ABbc	5,12 BCb	5,70 Ab	6,33 Bb	9,01 Aa
14	4,01 Bc	5,69 Aab	4,56 Bbc	5,86 Aab	4,81 ABbc	4,50 Bbc	6,64 Aa	5,17 Bab	6,25 Bab
30	3,93 Bb	5,08 Aab	3,49 Cb	3,80 Bb	4,20 Bb	4,33 Cab	5,08 Aab	6,11 Ba	4,03 Cb
129 dias									
0	4,55			4,82			5,42		
1	4,32 b	7,52 a	6,43 ab	4,98 b	6,59 ab	7,50 a	4,93 b	6,83 ab	7,15 ABa
3	5,56 b	5,70 b	6,32 b	5,28 b	7,99 ab	8,57 a	5,12 b	6,36 b	7,48 ABab
7	4,13 c	5,78 c	5,78 c	5,14 c	7,51 bc	6,08 c	6,75 b	6,59 bc	8,87 Aa
14	4,50 b	5,98 b	5,47 b	3,99 b	6,04 b	6,40 b	5,33 b	6,16 ab	7,10 ABab
30	4,26 ab	5,21 ab	4,21 b	4,69 ab	6,28 a	6,91 a	4,96 ab	6,30 ab	6,16 Ba
144 dias									
0	5,44			4,34			4,73		
1	5,41 c	5,37 c	6,29 Ab	5,08 c	7,02 b	9,85 Aa	3,85 Ac	5,94 b	7,35 Ab
3	5,29 b	5,63 b	6,60 Ab	5,07 b	6,43 a	7,32 Aa	5,72 Ab	7,25 a	7,19 Ab
7	5,32	5,25	5,99 B	4,89	6,42	6,44 B	4,78 A	6,20	6,31 B
14	4,14	5,18	5,25 B	5,43	7,17	6,91 B	4,75 A	6,33	4,49 B
30	5,26	5,23	5,17 B	4,70	6,24	6,30 B	6,23 A	6,53	5,62 B

Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si ($p>0,05$).

Letras minúsculas iguais na linha não diferem entre si ($p>0,05$).

Com 129 dias nenhuma das alturas e inclusão de ureia apresentaram diferença na PB conforme os dias de abertura dos silos ($p>0,05$), com exceção para o material com corte de 70cm e 0,5% de ureia, onde o silo aberto com 7 dias diferenciou daquele com 30 (8,87% vs 6,16%). Com o material cortado com 30 cm foi observado diferença ($p<0,05$) na PB no primeiro dia de abertura, tornando-se maior conforme inclusão de ureia e ao final dos 30 dias não houve diferença nos teores de PB ($p>0,05$). Com 50 cm a PB foi maior para os materiais com ureia ($p<0,05$) até o terceiro dia de abertura, após isso, tornaram-se semelhantes ($p>0,05$).

Os materiais com idade de 144 dias para todas as alturas de corte, demonstraram no primeiro dia de abertura maior teor de PB com o maior nível de inclusão de ureia ($p<0,05$), com valores de 6,9%; 9,85% e 7,35% para 30; 50 e 70 cm de altura de corte, respectivamente, sendo semelhantes apenas no terceiro dia de abertura e superiores aos demais. Avaliando dentre as alturas de cortes, apesar de serem semelhantes, observa-se efeito linear da inclusão de ureia.

No trabalho de Venturini (2019), o sorgo AGRI 002E apresentou PB de 7,53% PB aos 111 dias de idade e, ao adicionar 0,5% de ureia, observou-se elevação para 8,15% PB. De maneira semelhante ao presente trabalho, após a ensilagem e abertura dos silos com 28 e 56 dias, a PB do material original foi de 7,47 e 7,37% PB, respectivamente ($p>0,05$), enquanto que para o material + ureia foi de 12,18 e 12,92% PB ($p<0,05$).

Pode-se notar que os valores de proteína do presente estudo não seguiram um padrão de aumento e diminuição conforme os níveis de inclusão de ureia e dias de abertura dos silos, porém, observa-se claramente um decréscimo da PB de acordo com os dias de abertura dos silos nas diferentes alturas de cortes trabalhadas. Provavelmente, o corte com 114 dias por ter gerado uma quantidade elevada de efluentes influenciou nos teores de PB ao longo do processo fermentativo, onde parte da proteína, principalmente a porção mais solúvel, pode ter sido lixiviada junto com os efluentes produzidos.

Todos os materiais sem adição de ureia apresentaram tendência em diminuir os teores de PB com o avançar do processo fermentativo, fato semelhante ao observado com os materiais trabalhados com 114 dias de idade de corte, provavelmente, em decorrência da perda de efluentes e por proteólise.

Tal fato também foi observado nos demais silos com adição de ureia, os quais apresentaram incremento nos teores de PB. Este resultado pode ser devido aos maiores teores de MS, menores perdas de efluentes e menor participação de colmos devido à altura de corte com 50 e 70 cm, bem como a adição crescente de ureia demonstrou incrementar de forma linear essa variável da planta.

Cruz (2019) avaliando o teor proteico e mineral das silagens de sorgo consorciadas com gramíneas aditivadas com ureia nas doses de 0; 2,5; 5 e 7,5% com base na MS, observou efeito significativo no teor de PB da silagem de sorgo sem inclusão de gramíneas no silo ($p < 0,05$), com teores de 5,03; 12,20; 16,30 e 17,37% de PB, respectivamente.

Avaliando a composição bromatológica do sorgo Maxisilo em cinco períodos de armazenamento (1; 3; 7; 14 e 30 dias), Lima et al. (2016) observaram decréscimo nos teores de PB conforme os dias de abertura, com o material *in natura* com 7,17% PB e teores de 5,94; 5,96; 5,78; 5,65 e 6,55% PB, respectivamente. Essa redução observada se relaciona com ação de enzimas provenientes da própria planta que continuam ativas até a redução do pH, como também pela ação de microrganismos com capacidade de proteólise (TOMICH et al., 2004).

A ureia é conhecida por sua capacidade higroscópica, que é a capacidade de algum material absorver água, com isso, pode ser facilmente transportada juntamente com líquidos, nesse caso, a perda por efluentes, podem explicar o porquê de ser observado pequena diferença entre os teores de PB entre os níveis de inclusão de ureia e alturas de corte.

Quanto ao teor de cinzas, os valores foram próximos e apresentaram médias de 6,36 a 6,57% de cinzas nas diferentes alturas de cortes (Tabela 8). Os valores da matéria mineral apresentaram tendência de diminuição dos valores conforme houve aumento na altura de corte, o que é esperado, estando de acordo com o que foi encontrado para as plantas cortadas com 114 dias. O teor de cinzas teve decréscimo conforme houve incremento da altura de corte, sendo essa tendência observada para todas as idades de corte.

Tabela 8 - Teor de cinzas (%) da silagem de sorgo AGRI 002E cortada em diferentes idades (dias), diferentes alturas (cm) e diferentes níveis de inclusão de ureia (%) conforme os dias de abertura dos silos (dias)

30 cm	50 cm	70 cm
114 dias		
6,57	6,49	6,36
129 dias		
7,39	7,54	7,50
144 dias		
6,65	6,23	6,02

De acordo com Rezende et al, (2015), discreta diminuição nos teores de cinzas pode ocorrer quando ocorrem aumento da altura de corte, o qual se deve à menor quantidade de massa ensilada, pois parte do colmo permaneceu na área de plantio.

4.4. Conclusão

A silagem de sorgo colhida com 114 dias apresentou menores teores de MS comparada aquelas colhidas nas idades de 129 e 144 dias, acarretando em melhor compactação, porém, maior perda por efluentes para esse material mais novo, podendo ser prejudicado o processo fermentativo com consequentes perdas no campo do produto final.

Para os materiais colhidos com 129 e 144 dias houve aumento no teor de MS conforme se elevou a altura de corte e maiores níveis de PB com a inclusão de ureia no silo, proporcionando produtos com melhores teores deste nutriente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, C. L. S; PINTO, J. C; FIGUEIREDO, H. C. P; SCHWAN, R. F. **Effects of an indigenous and a commercial *Lactobacillus buchneri* strain on quality of sugar cane silage.** Grass and Forage Science, n.64, v.4, p384-394, 2009.

BERNARDES, T. F; CHIZZOTTI, F. H. M. **Technological innovations in silage production and utilization.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.13, n.3, p.629-641, 2012.

CAETANO, H; OLIVEIRA, M. D. S; FREITAS JÚNIOR, J. E; RÊGO, A. C; RENNO, F. P; CARVALHO, M. V. **Evaluation of corn cultivars harvested at two cutting heights for ensilage.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v.40, n.1, p.12-19, 2011.

CRUZ, S. S; PASCOALOTO, I. M; ANDREOTTI, M; LIMA, G. C; LATTARI, J. V. F; SOARES, D. A; MORAIS, G. N; DICKMANN, L. **Teor proteico e mineral das silagens de sorgo consorciadas com gramíneas aditivadas com ureia.** Archivos de Zootecnia, n.68, v.262, p.252-258, 2019.

DIAS, A. M. A; BATISTA, A. M. V; FERREIRA, M. A; LIRA, M. A; SAMPAIO, I. B. M. **Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)).** Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.6, p.2086-2092, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2013, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 353p.

GARBUIO, P. W. **Influência do conteúdo de matéria seca e regulagens de uma colhedora de forragem nos tamanhos de fragmentos e na densidade da silagem de planta inteira de dois híbridos de milho (*Zea mays* L.).** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa, 72f, 2008.

HAIGH, P. M. **Effluent production from grass treated with additives and made in large-scale bunker silos.** Grass and Forage Science, v.54, p.208-218, 1999.

LIMA, J. A. **Sorgo: silagem com bom valor nutritivo.** 2008. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/SilagemSorgo/index, htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/SilagemSorgo/index.htm)>, Acesso em: 26 de maio de 2020.

LOURES, D. R. S. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do**

capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv, Cameroon. Viçosa, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 2000.

LOURES, D. R. S; GARCIA, R; PEREIRA, O. G; CECON, P. R; SOUZA, A. L. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003.

MACEDO, C. H. O; ANDRADE, A. P; SANTOS, E. M; SILVA, D. S; SILVA, T. C; EDVAN, R. L. **Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada.** Revista Brasileira de Saúde Produção Animal, v.13, n.2, p.371-382, 2012.

MACHADO, F. S. **Avaliação agrônômica e nutricional de três híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios de maturação.** 2009, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

MACHADO, F. S; RODRÍGUEZ, N. M; GONÇALVES, L. C. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, p.1470-1478, 2011.

MAGALHÃES, R. T; GONÇAVES, L. C; MAURÍCIO, R. M; RODRIGUES, J. A. S; BORGES, I; RODRIGUES, N. M; SALIBA, E. O. S; ARAUJO, V. L. **Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica “*in vitro*” semi-automática de produção de gases.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.1, p.101-111, 2006.

McDONALD, P; HENDERSON, A. R; HERON, S. **The biochemistry of silage.** Marlow: Chalcombe Publications, 2.ed., 340 p., 1991.

MUCK, R. E; HOLMES, B. J. **Factors affecting bunker silo densities.** Applied Engineering in Agriculture, v.16, n.6, p.613-619, 2000.

NUSSIO, L. G; CAMPOS, F. P; LIMA, M. L. M. **Metabolismo de carboidratos estruturais.** In: Nutrição de Ruminantes, Editores: BERCHIELLI, T.T.; A.V; OLIVEIRA, S.G. Editora Jaboticabal: Funep, 2011.

OLIVEIRA, J. S. **Manejo do silo e utilização da silagem de milho e sorgo.** In: CRUS, J. C et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.473-518, 2001.

REZENDE, A. V; WATANABE, D. J; RABELO, F. H. S; RABELO, C. H. S.; NOGUEIRA, D. A. **Características agrônômicas, bromatológicas e econômicas de alturas de corte para ensilagem da cultura do milho.** Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.2, p.961-970, 2015.

SOUSA, C. C. **Previsão de massa seca de Brachiaria brizantha e ganho de peso por bovinos.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018, campus Jaboticabal.

TOMICH, T. R; RODRIGUES, J. A. S; TOMICH, R. G. P; GONÇALVES, L. C; BORGES, I. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão.** Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.56, n.2, p.258-263, 2004.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. 1991. **Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle.** Journal of Dairy Science. V.74, n.10, p.3583-3597.

VENTURINI, T. **Caracterização da silagem de sorgo forrageiro AGRI 002E e utilização na alimentação de bovinos.** Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, programa de pós-graduação em zootecnia, Marechal Cândido Rondon, 2019.

5. EXPERIMENTO 3: AVALIAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DA SILAGEM DO SORGO BOLIVIANO GIGANTE AGRI 002E (*SORGHUM BICOLOR*), COM 0,5% DE UREIA ADICIONADA NA MATÉRIA SECA.

5.1. Introdução

Conforme vem ocorrendo um aumento da população mundial, conseqüentemente cresce a demanda por alimentos, forçando as cadeias produtivas de agricultura e pecuária a se tornarem cada vez mais produtivas. Dentro do cenário da bovinocultura, a maior preocupação está com a alimentação dos animais, devido a ocorrência de uma oscilação durante o ano na produção de forragem.

O período crítico no estado do Paraná é estabelecido nos meses de abril a junho, produzindo nessa época cerca de 30% de toda forragem anual. Essa diminuição de produtividade implica diretamente nos números da propriedade, com menor produção de carne e leite (GOBBI et al., 2018; SOUSA, 2018). Com isso desenvolveu-se métodos de armazenagem e conservação de forrageiras, a fim de suprir essa menor quantidade de alimento no período, mantendo os índices produtivos constantes por todo o ano (MACHADO et al., 2011).

A ensilagem é uma técnica que permite a conservação dos alimentos volumosos sob um meio anaeróbico e sob um pH ácido, evitando a proliferação de microrganismos que iriam deteriorar o material, permitindo a armazenagem por período indeterminado, mantendo os teores de nutrientes disponíveis do alimento (NEUMANN et al., 2010).

A cultura do sorgo vem tendo destaque na produção de silagem, devido apresentar grandes produções de matéria verde e matéria seca por área, tornando-se um alimento volumoso de qualidade e com ótimo preço para se trabalhar (ANTUNES et al., 2007; PARAÍSO et al., 2017). Determinar a altura de corte no momento da colheita permite fazer a ensilagem de um material com uma qualidade nutricional melhor, com maiores quantidade de folhas comparado aos colmos, apresentando um teor de proteína bruta maior e menores teores de FDN. (REZENDE et al., 2015).

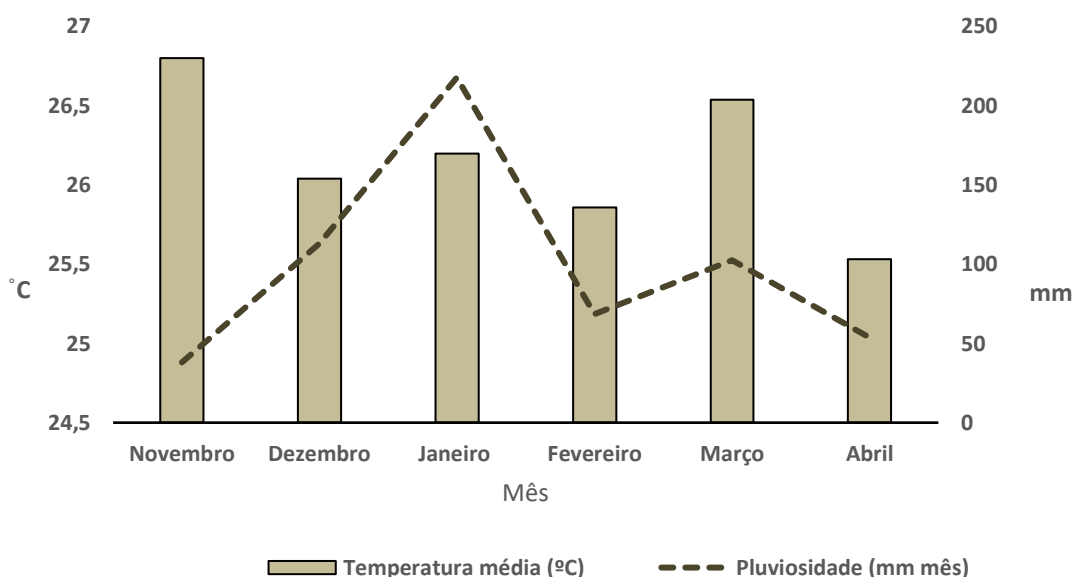
Em contrapartida ao acréscimo na qualidade nutricional da silagem, têm-se uma menor quantidade de material indo para o silo ao aumentar a altura de corte, permanecendo material remanescente de colmo na área de plantio, elevando os custos por kg de matéria verde e matéria seca produzida.

Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a parte de custos para produção de silagem de sorgo AGRI 002E cortados em diferentes idades e alturas de corte, mostrando o valor bioeconômico para produção de silagem de sorgo.

5.2. Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de campo, em uma área total de 2,57 hectares, localizada geograficamente pelas coordenadas 23°06'55''S de latitude, 50°21'11''W de longitude, com altitude 442 m. O clima regional é Cfa (Clima Subtropical úmido), sendo característicos verões quentes, baixa frequência de geadas e chuvas bem distribuídas, A umidade relativa do ar foi de 83,5%, o regime pluviométrico e temperaturas médias mensais foram disponibilizados pela Estação Agrometeorológica da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) que fica instalada dentro da UENP – *Campus Luiz Meneghel* (Figura 1). O solo da região é classificado como latossolo vermelho eutroférico com textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

Figura 7 - Dados meteorológicos de temperatura média (°C) e pluviosidade (mm ao mês) do período de cultivo do sorgo AGRI 002E



A metodologia utilizada para determinação dos custos de produção da silagem de sorgo AGRI 002E foi proposta por Matsunaga, Bemelmans e Toledo (1976), onde o custo operacional efetivo da operação (COE) contemplou as despesas com uso de herbicidas, inseticidas, fertilizantes, sementes, óleo diesel

e mão de obra para o processo todo. O preço dos insumos e fertilizantes tiveram seus preços averiguados na época da utilização de cada um, com exceção do dólar que foi referente ao mês de novembro de 2021, com valor de R\$ 5,66.

No dia 01 de novembro de 2020, 10 dias antes do plantio, foi realizado manejo pré-emergente de plantas daninhas, com aplicação de DMA (2,4-D, 1L/ha), zapp® (Glifosato, 3L/ha), heat® (Saflufenacil, 50g/ha) e select® (Cletodim, 1L/ha). Os custos detalhados dos herbicidas estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9 - Preços dos produtos químicos (US\$), total utilizado e custo total (US\$) com as aplicações antes do plantio

	Preço (US\$)	Utilizado	Custo Total (US\$)
DMA	US\$ 6,18/L	2,57L	15,88
Zapp	US\$ 9,19/L	7,71L	70,83
Heat	US\$ 229,68/kg	0,128kg	29,51
Select	US\$ 12,72/L	2,57L	32,69
TOTAL			148,93

O plantio ocorreu em 11 de novembro de 2020, utilizando a variedade de sorgo AGRI 002E, um híbrido de genética boliviana da empresa Agricomseeds®, um total de 3,85 kg de sementes por hectare e adubação de 250 kg ha da fórmula 12:15:15 (NPK). com base na recomendação através da análise de solo realizada na área e adubação nitrogenada de 200 kg ha após 40 dias do plantio, estando os custos descritos abaixo (Tabela 10).

Tabela 10 - Preços dos insumos (US\$), total utilizado e custo total (US\$) utilizados no plantio e aplicação de cobertura.

	Preço (US\$)	Utilizado	Custo Total (US\$)
Sementes	US\$ 12,19/kg	9,89kg	120,57
Fertilizantes	US\$ 227,92/ton	0,64 ton	146,44
Adubação nitrogenada	US\$ 379,86/ton	0,51 ton	195,25
Ureia para Silagem	US\$ 379,86/ton	0,566 ton	215,30
TOTAL			677,55

Foram realizadas 2 aplicações de inseticidas para controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e pulgão do sorgo (*Melanaphis sacchari*),

utilizando os produtos: klorpan® (clorpirifós, 0,75L/há) e sperto® (acetamiprido + bifentrina, 300g/há), as quais tiveram um intervalo de 10 dias e os custos demonstrados a seguir (Tabela 11).

Tabela 11 - Preços dos produtos (US\$), dose (utilizada por hectare) e custo total (US\$), utilizados na aplicação para controle de pragas.

	Preço (US\$)	Utilizado	Custo Total (US\$)
Klorpan	US\$ 7,31/L	2L	14,63
Sperto	US\$ 37,46/kg	0,78 kg	29,22
TOTAL			43,84

No dia 19 de abril de 2021, quando as plantas de sorgo chegaram a 30% de MS na altura de 30cm, iniciou-se o processo de colheita e confecção da silagem. Foi utilizada uma ensiladeira (JF Z10®) acoplada ao trator, a ensiladeira passou pelo processo de afiação das facas, realizando assim um corte homogêneo e com tamanho de partícula adequado.

Durante a colheita da cultura foram realizadas pesagens na parte da manhã e tarde do caminhão e conjunto trator mais carreta, do maquinário vazio para mensuração do peso de tara e dos respectivos cheios de material picado de sorgo. A partir dos dados obtidos da média de peso de cada um, ao finalizar o processo se tinha anotado a média de peso e o número de viagens realizadas, chegando no valor final de quantas toneladas tinha do silo, o qual terminou a sua confecção no dia 22 de abril de 2021.

A quantidade de horas trabalhadas pelos maquinários durante o decorrer da cultura desde plantio, aplicações e colheita do material foram contabilizados (Tabela 12), bem como o consumo de combustível relacionado para cada implemento, cujo preço do combustível foi de R\$ 4,69, relativo a 29/09/21 (Tabela 13).

Tabela 12 - Quantidades de horas/máquina utilizadas nos diferentes manejos no decorrer da cultura.

	Horas/máquina
Aplicação pré-semeadura	0,67
Semeadura	4,5
Aplicações pós-semeadura	2
Processamento da silagem	36
TOTAL	43,17

Tabela 13 - Consumo de combustível individual dos maquinários, total de horas trabalhadas, consumo e custos totais com combustível (US\$)

	Consumo	Total	Consumo de	US\$
Trator 1	10 L/h	21 horas	210 L	174,01
Trator 2	15 L/h	8 horas	120 L	99,43
Trator 3	13 L/h	10 horas	130 L	107,72
Trator 4	10 L/h	4,5 horas	45 L	37,29
Caminhão	5 L/km	100 km	500 L	414,31
TOTAL			1.005 L	832,77

Em relação aos custos com mão de obra, conforme a categoria de funcionário, a diária tinha o respectivo valor (Tabela 14) e o número total de utilizados durante o processo.

O motorista do trator 1 foi responsável pelas aplicações dos produtos, plantio e viagens da roça até o silo com o material picado, enquanto o motorista do trator 2 foi designado para compactação do silo. Quanto ao número de ajudantes, para o processo de plantio foi necessário um ajudante e para os dias da colheita, tinham 2 ajudantes.

Tabela 14 - Valores referentes a diária de funcionários (US\$), número de diárias utilizadas e o custo total com cada funcionário (US\$)

	Valor diária (US\$)	Diárias	Custo Total (US\$)
Motorista Trator 1	35,34	7	247,35
Motorista Trator 2	26,50	4	106,01
Motorista Ensiladeira	26,50	4	106,01
Motorista Caminhão	21,20	4	84,81
Ajudante	17,67	9	159,01
TOTAL			703,18

Por fim pode-se determinar que o consumo de combustível foi responsável por grande parte dos custos (34,62%, seguido da mão de obra (29,23%) e dos fertilizantes (23,16%) (Tabela 15).

Tabela 15 - Custos totais (US\$) com sementes, defensivos agrícolas, fertilizantes, mão de obra e combustível para implementação da cultura do sorgo AGRI 002E

	US\$	%
Sementes	120,62	5,50
Defensivos Agrícolas	191,91	7,98
Fertilizantes	556,99	23,16
Mão de obra	703,18	29,23
Combustível	832,77	34,62
TOTAL	2405,46	

O custo total de implementação da cultura por hectare foi de US\$ 935,97. A parte de custos do trabalho será submetida a análise descritiva dos resultados, comparados com o que se tem na literatura e concluindo o trabalho com análise bromatológica da silagem de sorgo que será abordada nos tópicos anteriores juntamente com a parte de custos da cultura.

Diante dos dados alcançados nas análises acima, os resultados obtidos foram apresentados por meio de estatística descritiva.

5.3. Resultados e Discussão

A colheita do sorgo AGRI 002E teve início em 19/04/2021 quando o material estava com 159 dias após o plantio e teor de MS de 35,98%, totalizando uma produção de 113.364,99 kg de MV numa área total de 2,57 hectares. O custo final da silagem, foi de US\$ 0,02 por kg de matéria verde (Tabela 15), onde a estratificação do custo total mostra que grande parte foi utilizado com combustível, mão de obra e fertilizantes (Tabela 16).

Tabela 16 - Tabela contendo os valores da produção total e por hectare de MV e MS, bem como os respectivos custos (US\$) por tonelada e por kg da silagem de sorgo AGRI 002E

	Matéria Verde	Matéria Seca
Total (ton)	113,36	40,78
Total (t/ha)	44,11	15,87
US\$ por ton	21,22	59,24
US\$ por kg	0,02	0,06

Caraffa et al. (2017) realizaram ensaio sobre avaliação de sorgo na safra 2016/2017 no Rio Grande do Sul, onde o cultivar AGRI 002E apresentou destaque produtivo quando comparado a 20 outros cultivares, com ciclo fenológico médio de 130 dias e produção de matéria seca (PMS) de 24,6 ton/ha, sendo considerado o genótipo com maior produção, a qual foi acima do encontrado no presente trabalho. Já Araújo (2020) trabalhando com avaliação agrônômica de cultivares de sorgo no Nordeste, o AGRI 002E apresentou produtividades de MV e MS próximas do presente estudo, sendo de 38,29 e 14,78 ton/ha, respectivamente, ressaltando que essa pesquisa foi realizada no período de safrinha e o acumulado de chuvas foi de 629,4 mm.

Durante o período de cultivo do sorgo AGRI 002E, o acumulado de chuvas de novembro/2020 à abril/2021 foi de 592,84 mm, o que segundo Landau e Sans (2010) está dentro do que é preconizado para a cultura do sorgo (380-600 mm). No decorrer do ciclo houve a incidência de dois veranicos, que é uma época de calor intenso, forte insolação e baixa umidade do ar em pleno período das águas, que foi evidenciado nos meses de novembro/2020 e fevereiro/2021, quando as plantas estavam em fase-pré emergência e fase vegetativa (80 dias após a emergência (DAE)), respectivamente.

As aplicações de inseticidas foram realizadas cerca de 30 DAE para controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), deveriam ser no período noturno, onde o controle é mais efetivo, o que não pode ser realizado, em virtude da logística dos funcionários. Na segunda aplicação de inseticida, quando as plantas estavam com 40 DAE, foi anotado que 30 minutos após a aplicação

ocorreu uma chuva de 20 mm, o que pode ter feito a lavagem e impedindo 100% de absorção do produto pela planta.

Num segundo momento quando o sorgo já estava com 60 DAE e altura acima de 2,0 m houve a incidência de pragas, porém devido a impossibilidade do uso de maquinários numa área com a cultura nesse tamanho, não foi possível realizar o controle de pragas nesse momento. O processo poderia ser feito apenas através de aplicação aérea, o que não se tem disponível no portfólio de máquinas da UENP-CLM, o custo e burocracia com aluguel desse tipo de maquinário também impediria a utilização do mesmo, se tornando inviável para esse tipo de aplicação.

Os fatores relatados acima justificam a baixa produtividade de MV e MS do material AGRI 002E no trabalho, onde todo um planejamento de produção pode ser comprometido pelas intempéries climáticas ocorridas no referido ano da pesquisa na região.

Avaliando a parte de custos dos materiais colhidos com 114, 129 e 144 dias, pode-se notar uma tendência de aumento nos custos por kg de MV ao aumentar altura de corte, em função de que parte do material que poderia ser ensilado está ficando na área plantada, diminuindo a produtividade (Tabela 17). As plantas colhidas na altura de 30 cm tiveram produção de MV (PMV) e PMS cerca de 15,76 e 7,10% maiores que a altura de 70 cm, respectivamente. A PMV das plantas com 30 cm foi maior que as demais alturas, porém a PMS foi semelhante, pois na colheita mais baixa uma maior quantidade de colmo será ensilada, porção da planta que apresenta maior quantidade de água comparada às folhas.

Tabela 17 - Produção de matéria verde (PMV) e matéria seca (PMS) por hectare, teor de MS (%) e custo de produção (US\$ kg) de MV e MS da silagem de sorgo colhida com 114, 129 e 144 dias nas alturas de corte de 30; 50 e 70 cm

					R\$ kg	
Idade	Altura	Ton MV	Ton MS	% MS	MV	MS
114 dias	30 cm	46,04	8,39	18,20	0,021	0,111
	50 cm	41,41	8,57	20,70	0,023	0,110
	70 cm	36,70	7,31	19,90	0,027	0,129
129 dias	30 cm	46,91	12,09	25,80	0,019	0,078
	50 cm	42,65	13,08	30,70	0,021	0,072
	70 cm	39,71	12,22	30,80	0,023	0,078
144 dias	30 cm	47,92	14,09	29,40	0,019	0,067
	50 cm	45,02	13,25	29,40	0,021	0,071
	70 cm	42,33	12,75	30,10	0,023	0,074

O custo por kg de MV em função do ciclo fenológico se manteve parecido, sem grandes alterações, enquanto que o custo por kg de MS de silagem apresentou uma notável diferença em função do avanço da idade dos materiais e pequena diferença entre as alturas.

Neumann et al. (2007) avaliando a ensilagem de milho em diferentes alturas de corte sobre a produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento, nas alturas de 15 e 39 cm observou menor produtividade por área para o material colhido mais alto e inferindo que o retorno econômico por tonelada de MS de forragem é inferior para esses materiais. No presente estudo também foi verificado esse comportamento, onde o custo por kg de MS foi maior para os materiais colhidos numa altura mais elevada.

Outra tendência foi verificar que com o passar do ciclo fenológico o custo do kg de MS em função da MV diminuiu, mostrando que é interessante esperar o material chegar num teor de MS de 30% para realizar o corte e ensilagem. Somado a isso os seus dados de perfil fermentativo demonstraram menores perdas por efluentes e mais efetivo para utilização de aditivo como ureia, onde não se tem tanta perda de compostos solúveis por efluentes, já que estes são em menor volume produzidos.

Mais importante que conhecer a PMV e seu custo por área é saber a PMS, pois é a partir dela que os cálculos de ajustes de dietas e consumo de alimento dos animais é realizado, pois é onde realmente estão os nutrientes dos alimentos, que são necessários para o metabolismo animal. Esse conceito de MS está intimamente ligado desde a determinação do ponto de colheita e sua relação com o sucesso do perfil de fermentação da silagem, como também na quantidade de matéria seca que estará presente no interior do silo, onde conhecendo até que limite de MS posso colher a cultura, posso aliar quantidade com a qualidade desse alimento.

5.4. Conclusão

O custo por kg de MV foi próximo entre as alturas e idades de corte, porém foi observado diminuição no custo do kg de MS com o avançar do ciclo.

Com o incremento da altura de corte acarreta aumento no custo com o kg de MS, isso devido a uma menor quantidade de material ensilado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, R. S. **Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo forrageiro no agreste paraibano.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal da Paraíba, 37g, 2020.

CARAFFA, M; RIFFEL, C. T; CARNEIRO, E. A; ZAWACKI, M. E; WITCZAK, G. P. **Ensaio Estadual de avaliação de genótipos de sorgo silageiro-sacarino, Três de Maio, RS, na safra 2016/17.** In: Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho, 62.; Reunião Técnica Anual da Pesquisa do sorgo, 45, 2017, Sertão, Anais [...], Sertão: Instituto Federal do Rio Grande do Sul, 2017, p.182-185.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2013, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 353p.

GOBBI, K. F; LUGÃO, S. M. B; BETT, V; ABRAHÃO, J. J. S; TACAIAMA, A. A. K. **Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do Gênero Brachiaria na região do arenito Caiuá/PR.** Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, v.75, p.1-9, 2018.

LANDAU, E. C; SANS, L. M. A. **Cultivo do sorgo.** Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de Produção 2. ed. 6, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27070/1/Clima.pdf>, Acesso: 10/11/2021.

MACHADO, F. S; RODRÍGUEZ, N. M; GONÇALVES, L. C. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, p.1470-1478, 2011.

MATSUNAGA, M; BEMELMANS, P. F; TOLEDO, P. E. N. **Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA.** Agricultura em São Paulo, v.23, n.1, p.123-139 (Boletim Técnico), 1976.

NEUMANN, M; MUHLBACH, P. R. F; RESTLE, J; OST, P. R; LUSTOSA, S. B. C; FALBO, M. K. **Ensilagem de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes alturas de corte e tamanho de partícula: produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.3, p.379-397, 2007.

NEUMANN, M; OLIBONI, R; OLIVEIRA, M. R; FARIA, M. V; UENO, R. K; REINERH, L. L; DURMAN, T. **Aditivos químicos utilizados em silagens.** Pesquisa aplicada & Agrotecnologia, v.3, n.2, p.187-195, 2010.

NUSSIO, L. G; CAMPOS, F. P; DIAS, F. N. **Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho.** In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1.

Maringá, 2001, **Anais** [...] Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001, p. 127-145.

PARAISO, I. G. N.; NETO, O S. P; GOMES, L. Z. P; VELASCO, F. O; MOURTHÉ, M. H. F; RAIDAN, F. S. S; BRAZ, T. G. S. **Características agronômicas de híbridos de sorgo com potencial forrageiro cultivados no Norte de Minas Gerais**. Caderno de Ciências Agrárias, v.9, n.3, p.08–17, 2017.

REZENDE, A. V; WATANABE, D. J; RABELO, F. H. S; RABELO, C. H. S.; NOGUEIRA, D. A. **Características agronômicas, bromatológicas e econômicas de alturas de corte para ensilagem da cultura do milho**. Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.2, p.961-970, 2015.

SOUSA, C. C. **Previsão de massa seca de Brachiaria brizantha e ganho de peso por bovinos**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018, campus Jaboticabal.