

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LARISSA JULIANE GUIMARÃES

**NÍVEIS DE NITROGÊNIO NO CULTIVO DE HÍBRIDOS DE SORGO VERSUS
MILHO 2ª SAFRA PARA SILAGEM E GRÃOS**

DOIS VIZINHOS

2022

LARISSA JULIANE GUIMARÃES

**NÍVEIS DE NITROGENIO NO CULTIVO DE HÍBRIDOS DE SORGO VERSUS MILHO 2ª
SAFRA PARA SILAGEM E GRÃOS**

**Nitrogen levels in the cultivation of sorghum versus corn hybrids 2nd crop for
silage and grains**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de
Concentração: Agroecossistemas da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Paulo F. Adami

Coorientador: Carlos Barhy

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos**



LARISSA JULIANE GUIMARAES

NÍVEIS DE NIGROGÊNIO NO CULTIVO DE HÍBRIDOS DE SORGO VERSUS MILHO NA 2ª SAFRA DE VERÃO PARA SILAGEM E GRÃOS

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ciências Agrárias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Agroecossistemas.

Data de aprovação: 26 de Agosto de 2022

Dr. Paulo Fernando Adami, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Christiano Santos Rocha Pitta, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (Ifpr)

Dr. Laercio Ricardo Sartor, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 26/08/2022.

Dedico este trabalho ao meu Marido Tiago e meus filhos Maria
Gabriela e Pedro, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente meu agradecimento é a Deus por me permitir alcançar meus sonhos, e por me manter firme no caminho da fé em momentos de dificuldades.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Adami, pela sabedoria, paciência e Dedicção com que me guiou nesta trajetória.

Ao meu Marido Tiago Zanella Debarba por sempre estar ao meu lado em momentos de fraquezas, por sempre me apoiar e incentivar a nunca desistir dos meus sonhos e objetivos.

Aos meus filhos Maria Gabriela Guimarães Debarba e Pedro Guimarães Debarba, que apesar de tão pequenos entenderem meus momentos de ausência.

Aos meus irmãos Raryana Pasin e Guilherme Guimarães, por estarem ao meu lado sempre com palavras de apoio e motivação.

A minha Mãe Rosi Meri in memoriam, tudo que faço e me dedico é sempre pensando na senhora pois sempre foi a primeira acreditar em mim.

A minha amiga Géssica Belusso, por sempre estar comigo em todos os momentos, pelos conselhos e frases de apoio e incentivo.

Aos meus colegas Jefferson, Emanuel e Vanderson por terem me ajudado em todos os momentos da minha pesquisa.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Níveis de Nitrogênio no cultivo de híbridos de sorgo versus milho 2ª safra para silagem e grãos.

RESUMO

O aumento dos custos de produção, a ocorrência do surgimento de novas pragas, em especial *Daubulus maydis*, associados aos riscos produtivos como seca e geada, tem forçado os produtores a buscarem novas opções de cultivo em detrimento ao milho, entre as quais, destaca-se a cultura do sorgo. Novos híbridos de sorgo têm permitido novos patamares produtivos, no entanto, a resposta desses materiais a níveis de nitrogênio carece de respaldo por parte da pesquisa a fim de ajudar o produtor na tomada de decisão. Ademais, devido sua rusticidade, o sorgo grão e/ou silagem pode ser mais viável economicamente que o milho. Para avaliar estas hipóteses, foi estabelecido durante o ano agrícola 2020/2021 e 2021/22 no campus da UTFPR de Dois Vizinhos/Paraná. No 1º ano, foi instalado um experimento com esquema fatorial 4 x 4 aonde o fator A refere-se a 4 híbridos de sorgo (S15IO033, B10I002F-X800, 1G100 e 1G233) e o fator B a 4 níveis de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg N ha⁻¹) aplicado em cobertura, em dose única utilizando ureia como fonte de N. No 2º experimento, foram implantados três híbridos de sorgo SS318, 1G100 e 1G233 e um de milho (P3310), com quatro níveis de N (0, 40, 80 e 120 kg N ha⁻¹) em esquema fatorial 3+1 x 4, ambos experimentos com delineamento de blocos ao acaso e três repetições. Na safra 2019/20, o híbrido código B10I002f-x800 apresentou a maior produtividade de biomassa em relação aos demais. Em relação as doses de N, este material apresentou resposta quadrática aos níveis de nitrogênio, produzindo 31,9 kg de MS por kg de N aplicado. O híbrido S15L033 e 1G100 apresentaram maior massa de mil grãos em relação aos demais na safra 2019/20. Em relação a produtividade de grãos, o híbrido S15L033 produziu 1.138 kg ha⁻¹ a mais que o material menos produtivo. Na comparação da produtividade de grãos entre os materiais de sorgo versus milho, na safra 2020/21, o milho se mostrou mais produtivo que todos os híbridos de sorgo nas diferentes doses de nitrogênio. A menor e maior diferença foi de 1.469 e 3.803 kg ha⁻¹ entre o híbrido de milho e o sorgo S15IO033 com 80 kg de N kg ha⁻¹ e 1G233 com 0 80 kg de N kg ha⁻¹. Para a produtividade de massa seca na safra 2021/21, o híbrido de sorgo S318 não diferiu do híbrido de milho quando utilizado 40, 80 e 120 kg N kg ha⁻¹. Os demais híbridos, apresentaram produtividade inferior. Em relação a qualidade bromatológica, não houve diferença entre os híbridos de sorgo e o híbrido de milho para o teor de FDN e FDA, com exceção do 1G100 e SS318 no tratamento com 0 kg N kg ha⁻¹, que apresentaram resultados inferiores. Para o teor de proteína bruta, vários materiais de milho apresentaram valores superiores ao híbrido de milho, tendo alguns apresentado valor inferior. Existem híbridos específicos de sorgo para grão e outros para silagem. O milho continua sendo a primeira opção quando o interesse é o cultivo para grãos. No entanto, quando a intenção é o cultivo para silagem, o híbrido de sorgo S318 mostra potencial similar de uso em relação ao milho.

Palavras-chave: Qualidade bromatológica. Produtividade; Riscos produtivos. Culturas alternativas para 2ª safra de verão.

ABSTRACT

Higher production costs and risks due to new bugs (*Daubulus maydis*), associated with frost and water deficit has motivated farmers to find new option to the corn grown, within sorghum appears as a good option. New sorghum hybrids are far more productive, although, it's response to nitrogen levels still need to be validated by the research aiming to help decision making. Moreover, due to it's good adaptance, sorghum silage can be costly effectively when compared to corn. To evaluate these hypotheses, experiments were carried out at the 2020/2021 and 2021/22 2nd summer growing season on the UTFPR campus in Dois Vizinhos, Paraná. At the 1st year, were established an experiment in a 4 x 4 factorial scheme where factor A refers to 4 sorghum hybrids (S15IO033, B10I002F-X800, 1G100 and 1G233) and factor B to 4 nitrogen levels (0, 40, 80 and 120 kg N ha⁻¹) applied in topdress, single dose using urea as a source. On the 2nd year, three hybrids of sorghum SS318, 1G100 and 1G233 and one of corn (P3310), with four levels of N (0, 40, 80 and 120 kg N ha⁻¹) in a 3+1 x 4 factorial scheme were evaluated, being both experiments set up in a randomized block design with three repetitions. At 2019/20, the hybrid code B10I002f-x800 presented the highest biomass yield in relation to the others. Regarding to the N response, this material showed quadratic nitrogen levels response, showing an increase of 31.9 kg of DM per kg of applied N. The hybrid S15L033 and 1G10 had a higher mass of one thousand grains compared to the others in the 2019/20 harvest. Regarding grain yield, the hybrid S15L033 produced 1,138 kg ha⁻¹ more than the least productive material. Comparing grain yield between sorghum materials versus corn, in the 2020/2 harvest, corn was more productive than all the sorghum hybrids at different doses. The smallest and largest difference was of 1,469 and 3,803 kg ha⁻¹ between the corn hybrid and sorghum S1510033 with 80 kg of N kg ha⁻¹ and 1G233 with 0 kg of N kg ha⁻¹. For dry mass yield in the 2020/21 season, the sorghum hybrid S318 did not differ from the corn hybrid when 40, 80 and 120 kg N ha⁻¹ were used. The other hybrids showed lower dry matter yield. Regarding bromatological quality, there was no difference among sorghum hybrids and corn hybrid for the NDF and ADF content, with the exception to the 1G100 and SS318 at the treatment without nitrogen, which present lower results. For the crude protein content, several sorghum hybrids showed similar levels of those presented by corn, although, some of them showed lower values. There are specific sorghum hybrid for grain or silage. Corn remain the first option when grown for grains, although, sorghum showed to be as good as corn when used for silage.

Keywords: Bromatological quality. Productivity. Productive risks; alternatives crops for the 2nd summer growing season.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1. Precipitação (mm) e temperatura média no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2021 para o município de Dois Vizinhos – PR.	21
Gráfico 2. Interação entre Híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a população final de plantas na safra 19/20.	25
Gráfico 3. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a altura de plantas (cm).	27
Gráfico 4. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para diâmetro de colmo (cm).	28
Gráfico 5. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a produtividade de massa seca (kg ha-1).	29
Gráfico 6. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a massa de mil grãos (gramas).	30
Gráfico 7. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a produtividade de grãos (kg ha-1).	31
Gráfico 8. Massa de Mil Grãos (MMG) em relação aos diferentes Híbridos de sorgo e em interação a diferentes doses de N.	33
Gráfico 9. Produtividade dos diferentes Híbridos de sorgo (Kg ha-1) em interação a diferentes doses de N.	34
Gráfico 10. Altura (cm) em relação aos diferentes Híbridos de sorgo na safra 20/21.	36
Gráfico 11. Biomassa Verde em relação aos diferentes Híbridos de sorgo na safra 20/21.	37
Gráfico 12. Biomassa Seca (Kg há-1) em relação aos diferentes Híbridos de sorgo na safra 20/21.	38
Gráfico 13. Proteína Bruta (%) para Silagem de Sorgo e Milho em relação aos diferentes doses de N 20/21.	39
Gráfico 14. Fibra de Detergente Neutro (FDN) para Silagem de Sorgo e Milho em relação aos diferentes doses de N 20/21.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios para População de Plantas, Altura (cm), Biomassa, Diâmetro (cm), Massa de Mil Grãos (MMG), Produção, de quatro genótipos de sorgo forrageiro, implantados em safra no ano de 2019/2020.	24
Tabela 2. Relação de Tratamentos, Híbridos de Sorgo e Doses de Nitrogênio.	32
Tabela 3. Relação entre tratamentos, Híbridos de Sorgo e Milho com interação a Doses de N na safra 2020/2021.	34
Tabela 4. Safra 20/21 teste T para variáveis de silagem.	35
Tabela 5. Matéria Mineral (%) e Média Geral em relação aos Tratamentos.	39
Tabela 6. FDA e Média Geral em relação aos Tratamentos.	41

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AL	Alumínio
C/N	Carbono/Nitrogênio
Cm	Centímetros
EC	Estádio de Crescimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDA	Fibra de Detergente Ácido
FDN	Fibra de Detergente Neutro
G	Gramas
Kg	Quilogramas
Km/há	Quilometro por hectare
Kg/há	Quilograma por hectare
L/há	Litros por hectare
N/N	Níveis de Nitrogênio
M	Metro
MS	Matéria Seca
MV	Matéria Verde
MMG	Massa de Mil Grãos
MM	Matéria Mineral
PB	Proteína Bruta

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 CULTURA DO SORGO	15
2.1 Sorgo para Silagem	16
2.2 Fatores que afetam rendimento na Cultura	16
2.3 Cultura do Milho e Fatores que afetam Rendimento na Cultura	17
2.4 Milho e Sorgo vies Grão e vies Silagem	19
2.5 Resposta de Aplicação de nitrogênio em Milho e Sorgo	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo vem se destacando nos últimos anos, com um elevado avanço a partir dos anos 90 (RIBAS, 2003), devido se adaptar rapidamente com as diferentes condições de solo, por essa razão ela vem sendo cada vez mais difundida em relação ao milho, pois é tolerante ao déficit hídrico e as altas temperaturas, assim consegue-se um cultivo em diferentes faixas de latitudes (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

Esta expansão de áreas cultivadas se dá em razão por ser uma opção de plantio para segunda safra, neste caso é de suma importância que se leve em consideração a semeadura na época correta, considerando as necessidades hídricas e térmicas da cultura, pois se realizado muito tarde a cultura pode vir a sofrer pelas limitações de radiação solar e baixas temperaturas no final do ciclo. Por estas razões é necessário escolher a melhor cultivar que se adeque em diferentes regiões, e manter os tratos culturais de forma correta, com monitoramento da área, estabelecendo estande de plantas adequado, manejo de pragas, doenças e plantas daninhas, sempre cuidando da fertilidade de solo para se conseguir um maior sistema de produção e conseqüentemente maior rentabilidade (MENEZES *et al.*, 2015). Contudo, a maioria de cultivares de Sorgo forrageiro antecipam o florescimento devido ao fotoperiodismo, com isso faz com que reduza um pouco sua produtividade quando cultivadas neste período (RODRIGUES, 2014).

Na safra 2021/2022 a cultura do sorgo foi plantada em 1057 hectares, um aumento de aproximadamente 20% em relação a safra anterior, já para produção de grãos teve um acréscimo de 934,1 mil toneladas em comparação a safra 2020/2021 (CONAB, 2022).

Por isto as culturas de milho e sorgo são utilizadas em silagem por produzirem grande quantidade de forragem e composição da planta, assim consegue-se obter uma fermentação adequada no silo, obtendo-se amplo valor nutritivo (VON PINHO *et al.*, 2007). Por estas razões o processo de ensilagem vem sendo cada vez mais estudados com a finalidade de melhoramento do valor nutricional, reduzir os gastos com concentrados, e também suprir deficiências decorrentes (MELLO, 2004).

Outra maneira bem importante para conservar e armazenar da forragem de sorgo é através da ensilagem técnica bastante utilizada nos dias de hoje devido manter uma quantidade satisfatória de alimento suplementar em período de escassez á manutenção da qualidade para isso é necessário que se mantenha uma boa produtividade e valor nutritivo,

com elevado teor de carboidratos solúveis, baixo poder tampão e controle de umidade (CARVALHO, 2017).

A Cultura do sorgo se torna uma ótima alternativa em comparação ao cultivo de milho safrinha pelo fato que a cultura vem sofrendo com percas significativas chegando a 70% com a pressão da cigarrinha *Dalbulus Maidis* ocasionando enfezamento das plantas.

Em relação a adubação nitrogenada a cultura do sorgo, mostra acúmulo de nitrogênio de forma linear durante todo o seu ciclo, porém a resposta da adubação está associada com a genética do material utilizado, matéria orgânica do solo e recursos hídricos (MATEUS *et al.*, 2011). Em plantio de sorgo na safrinha, não é comum o uso de adubação nitrogenada, sendo que este mineral fica requerido no solo originado das culturas de verão como por exemplo, milho e soja, porém muitas vezes os resíduos dessa adubação anterior é um fator limitante pra um desempenho favorável da cultura do sorgo, pois as quantidades fornecidas acabam sendo insuficientes, por esta razão muitas vezes o desempenho da cultura do sorgo é dependente das doses de nitrogênio aplicados anteriormente, não descartando uma possível adubação na cultura durante o seu ciclo (GOES *et al.*, 2011). Para a cultura do milho necessita de uma maior extração dos nutrientes do solo, principalmente o nitrogênio para equilibrar suas exigências nutricionais e mantém um potencial produtivo (AMARAL FILHO *et al.*, 2005).

Por estas razões é importante o estudo de níveis de N em plantio de Sorgo, para que se consiga avaliar em qual dose foi mais produtivo e se realmente seu uso se torna necessário, pois o sorgo consegue-se extrair o N retido no solo no cultivo pós soja.

Este trabalho visa avaliar a opção de cultivo de sorgo pós soja em detrimento do milho na safrinha, o desempenho agrônômico de genótipos de sorgo forrageiro, bem como a resposta de híbridos de sorgo a níveis de nitrogênio pensando em produtividade de grãos e silagem. E quais são passíveis de recomendação para cultivo e uso na região do sudoeste Paraná no período de segunda safra.

2 CULTURA DO SORGO

A cultura do sorgo é caracterizada como uma planta C4, de dias curtos e com taxas fotossintéticas altas, a maioria dos híbridos requerem uma temperatura superior a 21°C, para que possa obter um bom crescimento e desenvolvimento, uma característica importante é que o sorgo consegue ser cultivado em uma ampla faixa de condições de solo, pois tolera mais o déficit de água e excesso de umidade em relação aos demais cereais (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

No início o sorgo era denominado por “Milho d’ Angola” ou “Milho da Guiné”, tais nomes são utilizados até hoje na região do nordeste, as quais indicam as primeiras variedades encontradas nesta época. Atualmente em dia estima-se que a cultura sorgo ocupa aproximadamente 600 a 800.000 hectares da área plantada para ensilagem no Brasil, mas tem crescido muito nos últimos anos, bem como aumento de estudos nesta área ampliando o conhecimento para lançamento de novos híbridos e variedades que se adaptem em diferentes regiões, tanto para produção de grãos e silagem (RODRIGUES, 2014).

Para o aumento progressivo da implantação do sorgo, ocorrem fatores consideráveis, criação do grupo pró sorgo início dos anos 90, onde produtores e técnicos se reuniram para com propósito de divulgar e incentivar o plantio frisando as novas tecnologias e qualidade da cultura, o segundo fator importante foi o uso de plantio direto nas regiões do Centro-Oeste e Sudeste, se tornando uma ótima opção para rotação de culturas, e por último se tornando uma opção de segunda safra na região central do país (RODRIGUES *et al.*, 2012).

Por isso, o uso da cultura para forragem visa reduzir o efeito sazonal na sua produção e em uma pastagem com maior qualidade, visando o aumento da eficiência e consequentemente sustentabilidade produtiva e econômica da atividade pecuária (TOMICH *et al.*, 2004).

A cultura do sorgo possui ampla variabilidade fisiológica e morfológica o tornando uma planta de diversos tipos de cultivo, tais eles, sorgo granífero, silageiro (CARVALHO, 2017).

O sorgo granífero é o mais cultivado, seguido do silageiro que apresentam um elevado valor nutritivo e elevada produção de forragem (SANTOS, 2005). O sorgo silageiro é destinado a alimentação de animais por possuir rápido estabelecimento e adequadas qualidades bromatológicas (ALMEIDA FILHO *et al.*, 2014). Ainda podemos

destacar a existência do sorgo para biomassa, o qual produz elevada quantidade de biomassa, porte alto e caule fibroso (RODRIGUES *et al.*, 2012).

2.1 Sorgo para Silagem

Para conseguirmos uma elevada produção em torno de 50 toneladas de massa verde por hectare de massa para silagem é necessário contabilizar a produção de panículas as quais é de suma importância pelo fato de contribuir com o valor nutritivo e a quantidade de nutrientes digestíveis totais de silagem, por isso é relevante estudar sobre quais híbridos serão implantados, pois existem os de porte pequeno que são graníferos, os de porte intermediário que possuem duplo propósito grãos e silagem e os de grande porte destinados então a forragem. Este estudo faz com que ajude no processo de seleção de cultivares para produção de silagem (BOTELHO *et al.*, 2010).

Por estas razões se faz necessário o processo de melhoramento genético onde consegue-se alcançar as características necessárias para produção de panículas e massa de forragem, visando o valor nutritivo da silagem, as quais também são vinculadas a fertilidade, temperatura e umidade de solo, além de ser uma cultura mais rentável para produtores rurais comparado com o milho, por exemplo (RODRIGUES, 2014).

Contudo, a técnica de ensilagem tem por objetivo manter a qualidade para alimentação dos animais, devido ao alimento produzir fermentação controlada da forragem com aumento de teor de umidade, assim para ser ensilada a cultura deve-se conter um nível adequado de substratos fermentáveis em forma de carboidratos solúveis em água (glicose, frutose, frutanas e sacarose, baixo poder tampão, e matéria seca deve-se permanecer entre 28 e 40% e manter uma estrutura de qualidade para uma boa compactação de silo (PIRES, 2007).

2.2 Fatores que afetam rendimento na Cultura

Para a cultura do sorgo as principais pragas que se destacam para a cultura são lagarta elasmó (Elasmopalpus lignosellus), lagarta do cartucho (Spodopera frugiperda), broca-da-cana-de-açúcar (Diatraea saccharalis), pulgão-verde (Schizaphis graminum), e Helicoverpa armígera (MENEZES *et al.*, 2018). A Spodoptera frugiperda ocasiona grande impacto na produtividade final com perdas de 20% na cultura do sorgo,

entretanto o nível de infestação varia de acordo com as cultivares e outros sistemas de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

As plantas daninhas quando não controladas na época pode causar grandes prejuízos devido a competição com a cultura do sorgo por isso seu controle deve ser realizado antes por método preventivo cultural, mecânico o uso de químico é bastante utilizado também entretanto há uma carência de herbicidas registrados para a cultura (MENEZES *et al.*, 2018).

Por ser uma cultura que pode ser implantada em uma grande faixa de condições ambientais, está submetido a várias doenças ocasionadas por patógenos, dentre elas as principais doenças foliares são Risca Bacteriana (*Burkholderia andropogonis*), Estria Bacteriana (*Xanthomonas vasicola*), Míldio do sorgo (*Peronospora manshurica*), Ferrugem (Pucciniales), Mancha Foliar (*Helminthosporium turcicum*), o controle é basicamente pelo uso de cultivares resistente, rotação de culturas e eliminar os restos culturais de outras gramíneas que são hospedeiras de patógeno (COSTA *et al.*, 2003).

2.3 Cultura do Milho e Fatores que afetam Rendimento na Cultura

O milho (*Zea mays* L.) faz parte da família das poaceas, É uma cultura extrema capacidade de armazenamento de energia, dentre as diversas plantas existentes (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

Entre todos os grãos utilizados para a alimentação o milho se destaca grandemente, pois além de alimentação humana é utilizado para alimentação animal, com grande teor de proteínas (CAVALCANTE *et al.*, 2016).

A relação de baixos de rendimentos na cultura do milho está relacionada muitas vezes pelo baixo nível tecnológico, quando se escolhe variedades poucas produtivas, densidade inadequada, adubação não relacionada com as devidas exigências e também quando não se consegue manejar pragas, doenças e plantas daninhas (FONTES & GONÇALVES, 2010).

O manejo de insetos pragas na cultura do milho vem se renovando com o avanço das tecnologias, contudo destacamos as principais lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) podendo ocasionar perdas de até 40% nas lavouras, percevejo barriga verde (*Dichelops* spp.), cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) (CONTINI *et al.*, 2019).

As principais doenças foliares da cultura do milho são, Cercosporiose (*Cercospora*

zea-maydis e *C. sorghi* f. sp. maydis), Mancha branca (*Phaeosphaeria*), Ferrugem Polissora (*Puccinia polysora*), Ferrugem Comum (*Puccinia sorghi*), Ferrugem Tropical ou Ferrugem Branca (*Physopella zae*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), Mancha de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*), Helmintosporiose (*Bipolaris maydis*), Antracnose (*Colletotrichum graminicola*), o controle dessas doenças é basicamente o uso de cultivares resistentes e rotação de culturas (COSTA *et al.*, 2003).

As principais podridões do colmo são, Podridão de *Stenocarpella*, Podridão de *Fusarium*, Antracnose do colmo, Podridão Seca do Colmo, Podridão causada por *Pythium*, Podridões bacterianas estas podem ocorrer antes do fase de enchimento dos grãos ou, após a maturação fisiológica dos grãos, o controle está basicamente no uso de cultivares resistentes, densidade de semeadura controlada, adubações controladas para não haver desequilíbrios nas plantas (COSTA *et al.*, 2003).

Os grãos da cultura do milho sofrem deteriorações, por patógenos, os quais se destacam são os fungos, estes causam injúrias tanto na pré- colheita, onde ocorre os grãos ardidos e podridões das espigas e também no período de armazenamento, onde os grãos devido aos patógenos e o ambiente, ficarem mofados (COSTA *et al.*, 2003).

A interferência das plantas daninhas está relacionado com sua intensidade em relação o cultivo da cultura do milho, competindo pelo espaço e condições ambientais, destacamos aqui as plantas daninhas como capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), caruru-roxo (*Amaranthus hybridus*) e capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) reduziu em 72%, 66% e 67% no rendimento final (FONTES & GONÇALVES, 2010).

A temperatura ideal par o desenvolvimento da cultura do milho está entre 25°C e 35°C, temperaturas acima, podem ocasionar grandes perdas na produtividade, como sabemos o milho é exigente em recursos hídricos para seu desenvolvimento, portanto se a planta parar de transpirar ela não irá realizar fotossíntese assim a produção de matéria seca será afetada (BARROS & CALADO, 2014).

A cigarrinha (*Dalbulus maidis*) causa danos severos para a cultura do milho, ela se alimenta da seiva da planta e realiza postura sob a epiderme da folha, ocasionando infecção com mollicutes, estes microrganismos patogênicos proliferam nos tecidos do floema e a planta apresenta sintomas de enfezamento, o inseto vetor de mollicutes sobrevive apenas para a cultura do milho, o que torna o plantio da cultura do sorgo cada vez mais difundido por não sofrer depreciação por esta praga (BARROS & CALADO, 2014).

2.4 Milho e Sorgo vies Grão e vies Silagem

Para definirmos o rendimento final de grãos da cultura do milho é dependente da cultivar utilizada, em relação a níveis tecnológicos utilizados de melhoramento e manejo adequado (SANGOI *et al.*, 2006).

O grão de milho tem peso em média de 250 a 300 MG, sua composição é formada por 72% de amido, 9 % de fibra, 4% de óleo e 9,5% de proteínas (PAES, 2006).

Pode-se usar diferentes forrageiras para o uso de ensilagem, entretanto o uso de milho e sorgo são as espécies mais adaptadas, devido á a produção de matéria seca e da silagem produzida (MELLO, 2004).

O grão de sorgo pode ser armazenado por um longo tempo nos silos sem perdas significativas da qualidade essa é uma vantagem em relação a outros grãos (SANTOS, 2003).

Em épocas que se tem ótima pluviosidade o milho tem maior potencial produtivo em relação ao sorgo, quando falamos em primeira safra, por ser implantado muitas vezes em áreas menos férteis e com um baixo investimento de insumos, entretanto se analisarmos em segunda safra quando o risco climático é maior em semeaduras tardias, o plantio de sorgo se torna mais atrativo (MENEZES *et al.*, 2018).

Quando falamos em silagem a principal cultura é a do milho, entretanto o sorgo está em segundo lugar que vêm crescendo em área cultivada com o passar dos anos por ser uma cultura versátil, produzindo grãos e silagem (VIEIRA *et al.*, 2004).

2.5 Resposta de Aplicação de nitrogênio em Milho e Sorgo

As culturas de sorgo e milho são muito exigentes de nutrientes, sendo eles: nitrogênio e potássio, em seguida cálcio, magnésio e fósforo, o sorgo granífero mostra grande resposta a adubação mas pode variar de acordo com o potencial produtivo (MENEZES *et al.*, 2018).

O nitrogênio é o nutriente mais requerido pelas gramíneas, assim na maioria das vezes é suprido insuficientemente (AMADO *et al.*, 2002). Por este fator é necessário que faça o monitoramento de nível de nitrogênio, que tem por objetivo diagnosticar se a necessidade de aplicação, deve-se considerar o clima, manejo e necessidade de adubação (ARGENTA *et al.*, 2003).

A cultura do sorgo, mostra acúmulo de nitrogênio de forma linear durante todo o

seu ciclo, porém a resposta da adubação está associada com a genética do material utilizado, matéria orgânica do solo e recursos hídricos (MATEUS *et al.*, 2011). Contudo, após a sucessão a soja o sorgo não responde a adubação nitrogenada, consequentemente as parcelas de adubação não alteram os componentes de produção (SOARES, 2017).

Em plantio de sorgo na safrinha, não é comum o uso de adubação nitrogenada, visto que este mineral fica requerido no solo provenientes das culturas de verão como por exemplo, milho e soja, contudo os resíduos dessa adubação anterior é um fator limitante pra um desempenho favorável da cultura do sorgo, pois as quantidades fornecidas ficam insuficientes, por este fator muitas vezes o desempenho da cultura do sorgo é dependente das doses de nitrogênio aplicados anteriormente, não descartando uma possível adubação na cultura durante o seu ciclo (GOES *et al.*, 2011).

Absorção de N são variáveis de acordo com o ciclo, de 8-10 folhas a necessidade é reduzida, as raízes ainda estão pequenas com pouca capacidade de extrair o nitrogênio, conforme a planta vai crescendo, até o escurecimento total dos estigmas, absorção começa ser intensiva chegando a 60 a 70% do total de N absorvido, no enchimento de grão a absorção começa a decrescer novamente cerca de 20 a 30% do total absorvido (BARROS & CALADO, 2014).

A cultura do milho necessita de grande extração dos nutrientes do solo, principalmente o nitrogênio assim equilibra suas exigências nutricionais e mantém um potencial produtivo (AMARAL FILHO *et al.*, 2005).

Para realizar uma recomendação adequada de adubação nitrogenada é necessário que se realize alguns manejos na área tais como, requerimento de N pela cultura, potencial de mineralização do solo, expectativa de recuperação de nitrogênio disponível pelo solo; cultura de cobertura; fertilizante mineral, histórico de culturas anteriores para saber a quantidade de N que foi mineralizada ou imobilizada (AMADO *et al.*, 2002).

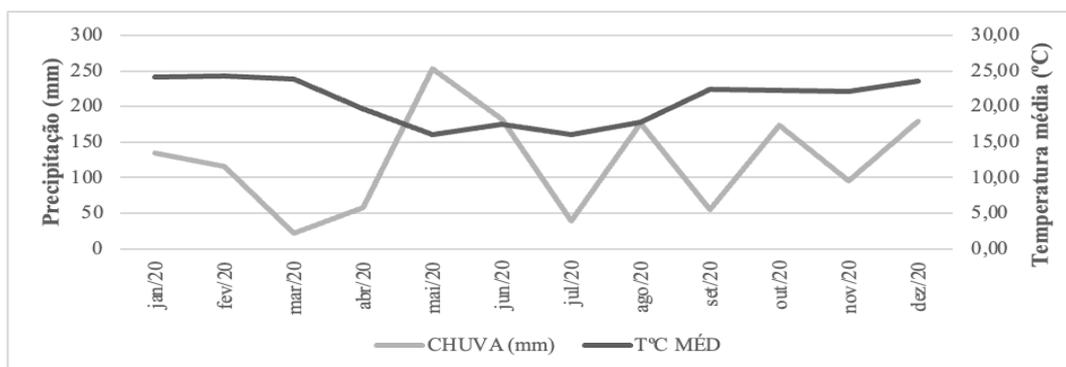
Por fim, há resultados que nos mostram que há maior produtividade com o uso de adubação nitrogenada, visando produtividade de grãos, custo operacional e receita bruta (CONTINI *et al.*, 2019). Sendo que a cultura de sorgo pode chegar a uma produtividade de grãos de 3111kg/ha-1 e ficando em média 50 toneladas de massa seca por hectare, para o milho a produtividade de grãos fica em torno de 4366kg/ ha-1 e para a silagem produz cerca de 40 toneladas de massa seca por hectare (CONAB, 2022).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido durante o ano agrícola 2020/2021 e 2021/22 no campus da UTFPR de Dois Vizinhos/Paraná, situado na Região Sudoeste do Estado, 25°41' de latitude Sul e 53°05' de longitude Oeste, com altitudes que variam de 600 a 800 m (GOOGLE EARTH, 2020). O clima da região é do tipo subtropical (Cfa) e a pluviosidade média anual é próxima a 2000 mm. O solo na área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho.

Os dados da precipitação e temperaturas média para o ano de 2020 e 2021 estão apresentados na Figura 1.

Gráfico 1. Precipitação (mm) e temperatura média no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2021 para o município de Dois Vizinhos – PR.



Fonte: GPCS - UTFPR (Grupo de pesquisa em ciência do solo).

No primeiro ano (2020), foi implantado um experimento fatorial 4 x 4 em delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições. O fator A refere-se a 4 híbridos de sorgo (S15IO033, B10I002F-X800, 1G100 e 1G233) e o fator B a 4 níveis de nitrogênio (0, 40, 80 e 120) aplicado em cobertura, em dose única utilizando ureia como fonte de N.

No segundo ano (2021) de avaliação, foram implantados três híbridos de sorgo SS318, 1G100 e 1G233 e um de milho (P3310), em quatro níveis de N (0, 40, 80 e 120 kg ha) em esquema fatorial 3+1 x 4 com delineamento de blocos ao acaso com três repetição. Em ambos os anos, as parcelas foram compostas por 10 linhas (espaçamento de 45 cm) por 15 metros de comprimento.

O sorgo foi semeado no dia 10/02/2020 e 15/02/2021 em resteva de soja. A semeadura foi realizada com uma semeadora marca semeato com disco de sorgo de 3,5 mm. A regulagem foi ajustada para 10 sementes por metro linear, ou 222,222 sementes

por hectare. A empresa detentora dos híbridos recomenda uma população de 160 a 200 mil plantas por hectare para a época de semeadura utilizada (Corteva, 2022). Foi utilizado espaçamento de 45 cm entre linhas e profundidade de semeadura de 2,5 cm com velocidade de semeadura entre 5 a 7 km/h. Durante a semeadura foi verificado com a abertura das linhas de plantio se o número de sementes estava de acordo com o desejado para obtenção de estande final mínimo de 180 mil plantas por hectare.

Para a adubação de base foi utilizado 250 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 02-30-10. Para o controle de plantas daninhas (soja voluntária), foi aplicado 2,5 litros de Atrazina por hectare.

A ureia foi pesada de forma individual e acondicionada em sacos de papel para posterior aplicação nas respectivas parcelas. A aplicação foi realizada no dia 27/02/20 e 03/03/21, no final da tarde, após a ocorrência de uma chuva de 20 e 25 mm respectivamente.

Em relação ao ataque de pragas, no primeiro ano foi posicionado uma aplicação de 2,5 litros por hectare de metomil para controle de *Spodoptera frugiperda*. No segundo ano de avaliação, o longo período de seca nos meses de março e abril favoreceram o ataque de pulgões. Para controle, foram realizadas 4 aplicações de inseticidas, com Engeo Pleno® (200 ml ha⁻¹), Tallisman® (200 ml ha⁻¹) e duas aplicações de Hero® (200 ml ha⁻¹). Na cultura do milho, foram feitas 2 aplicações de inseticidas para controle de percevejo e cigarrinha do milho (Engeo Pleno® na 1ª aplicação e Tallisman® na segunda, nas mesmas doses citadas anteriormente). As aplicações foram realizadas via pulverizador tratorizado com 180 litros de calda por hectare. Não foi realizado a aplicação de fungicidas.

No momento da colheita, 10 plantas de sorgo foram retiradas em cada parcela para avaliação das características agrônômicas. Para os dois anos de estudo, foram avaliadas as variáveis: Altura de planta (cm), comprimento de panícula (cm), Massa verde (kg ha), Massa seca (kg ha), massa de mil grãos e produtividade de grãos.

Para determinar a produtividade de biomassa de sorgo, foram avaliadas 2 linhas de 5 metros. As plantas foram cortadas a 35 (cm) do nível do solo e pesadas em balança de precisão obtendo os valores de matéria verde (MV) de cada repetição. Uma amostra representativa foi pesada e colocados para secar em estufa de ar a 65°C até peso contante. Finalizado o processo de secagem, as amostras foram novamente pesadas e por regra de três determinado o teor de massa seca. A determinação da produtividade de massa seca foi determinada em função do teor de MS da amostra inicialmente coletada.

Após a planta atingir sua maturação de colheita, como forma de estimar a produtividade final de grãos de sorgo, foram amostradas as duas linhas centrais da parcela por 3 metros de comprimento. Com o auxílio de uma tesoura de poda, foi retirada as panículas da planta, e posteriormente realizada a trilha mecânica das amostras. Posteriormente, fez-se a extrapolação por kg por hectare. Também foram avaliados a massa de 1000 grãos.

Para a safra de 2021, foi avaliado também a produtividade de silagem dos diferentes materiais. Foram cortadas 2 linhas de 5 metros de comprimento a 35 cm de altura do solo. A biomassa foi pesada, triturada em ensiladeira e da amostra total, foi retirado 300 g para secagem à estufa à 55°C até peso constante para determinação da matéria seca. Uma amostra de 3 kg foi acondicionada em microsilos. Após dois meses ensiladas, os microsilos foram aberto e uma amostra de 300 gramas retirada e seco à estufa à 55°C até peso constante. Posteriormente, esta amostra foi em peneira de 1 mm e encaminhada para fazer análises bromatológica no laboratório de bromatologia da UTFPR-DV. Para o milho foi avaliado o número de grãos por espiga e a produtividade, sendo coletados duas linhas de 5 metros.

Foram determinadas na silagem de sorgo e Milho as seguintes variáveis: Matéria seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), Fibra de Detergente Neutro (FDN) e Fibra de Detergente Ácido (FDA). Todas estas análises foram submetidas através do método proposto por Weende, conforme encontrado na literatura.

A produtividade de grãos de sorgo não foi avaliado no segundo ano de avaliação devido a ocorrência de uma forte geada, que danificou as plantas ainda em estágios iniciais de enchimento de grãos. A cultura do sorgo, apesar de ser um pouco mais precoce, conseguiu escapar dos fortes danos da geada.

Os dados do 1º ano foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas por meio do teste Scott-Knott, adotando-se 5% como nível crítico de probabilidade. Também foram estimados os coeficientes de correlação simples e parcial entre as características avaliadas no índice.

Para o segundo ano, que além do sorgo, foi avaliado também o milho, ambos para silagem, os coeficientes foram testados por meio de teste t, adotando-se 5% como nível crítico de probabilidade. Todas as análises foram realizadas por meio do software estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a safra 2019/20, houve interação entre híbridos x níveis de N para a maioria das variáveis analisadas, e/ou diferença para o fator híbrido e níveis de nitrogênio, conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios para População de Plantas, Altura (cm), Biomassa, Diâmetro (cm), Massa de Mil Grãos (MMG), Produção, de quatro genótipos de sorgo forrageiro, implantados em safra no ano de 2019/2020.

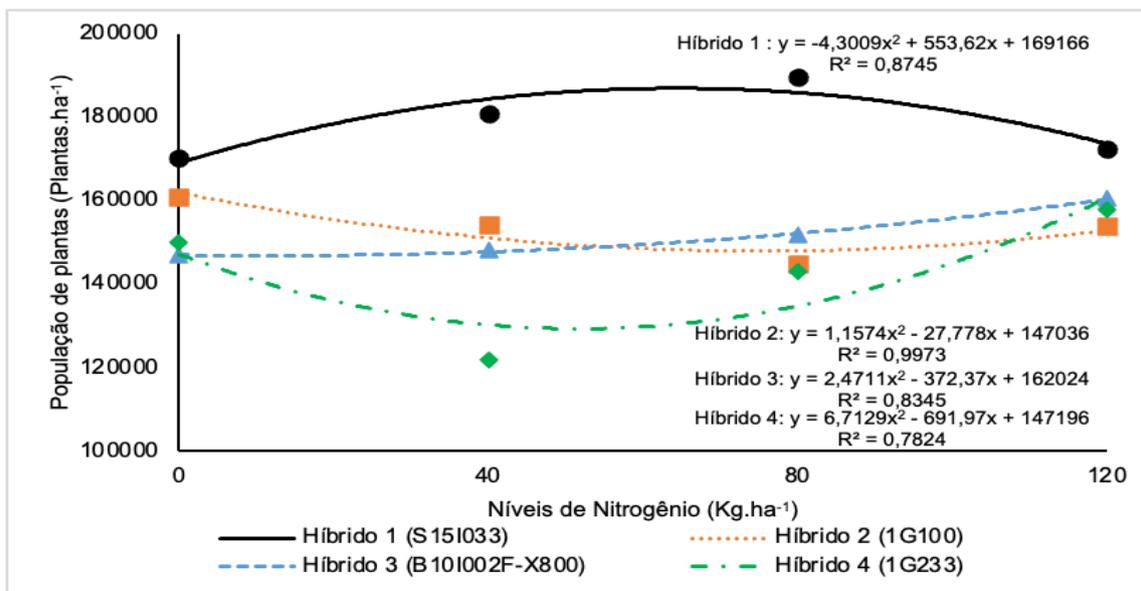
Tratamentos	População de plantas	Altura (cm)	Matéria Seca (Kg ha ⁻¹)	Diâmetro de colmo (cm)	MMG (g)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
Valor de P						
Repetição	0.5988	0.3435	0.1788	0.4076	0.2711	0.6203
Híbrido	0.0000	0.0000	0.0000	0.0520	0.0000	0.0000
Nível de N	0.0473	0.0001	0.0000	0.0612	0.0006	0.0000
H* x NN**	0.0001	0.0064	0.0348	0.0000	0.0000	0.0001
Híbrido						
S15IO033	178502.86 A	103.83 B	10648.88 B	1.33 ^{NS}	23.00 A	3857.25 A
1G100	150804.00 BC	97.16 C	10373.30 B	1.37	23.66 A	2885.33 C
B10IO02F-X800	154010.80 B	202.75 A	13620.34 A	1.02	19.91 B	3631.33 B
1G233	143887.50 C	97.50 C	8063.05 C	1.79	19.75 B	2719.50 C
Nível de N						
0	155306.30	118.16	9850.94	1.32	21.08	2416.91
40	152395.58	127.16	10490.48	15.89	22.41	3194.25
80	162402.86	128.16	11199.98	25.63	21.91	3710.41
120	157100.41	127.50	11164.17	31.34	20.91	3771.83
Linear	0.1687	0.0003	0.0000	0.5513	0.3917	0.0000
Quadrática	0.6276	0.0034	0.0017	0.0000	0.0001	0.0000
Cv	5.39	4.31	3.19	113.94	4.13	5.31
Média	156801,29	125,31	10676,39	11,05	21,58	3273,35

*HÍBRIDO; ** NÍVEL DE NITROGÊNIO

Fonte: Autoria própria (2022)

Houve interação entre híbridos x níveis de nitrogênio para a população de plantas por hectare (Gráfico 2).

Gráfico 2. Interação entre Híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a população final de plantas na safra 19/20.



Fonte: Autoria própria (2022)

A semeadora foi regulada para semear 10 sementes por metro linear e/ou 222.220 sementes por ha. Apesar de não determinado previamente, a diferença no poder germinativo das sementes e seu vigor podem ter resultado nas diferenças populacionais entre os híbridos.

Ainda, de acordo com o detentor dos híbridos, a população recomendada para a data de semeadura é de 160 a 180 mil plantas (Brevant, 2022), logo, infere-se que a população ficou próxima a ideal sugerida pelos detentores dos materiais.

Conforme a tabela 1, a população de plantas apresentou diferença em função dos híbridos. O híbrido 1 (S15I033), apresentou a maior média, apontando maior número de plantas por hectare, sendo 18% maior que o híbrido 2 (1G100), 15% que o híbrido 3 (B10I002F-X800) e 24% que o híbrido 4 (1G233) respectivamente. No entanto, o híbrido 1G100, B10I002F-X800 apresentaram similaridade entre si diferindo do híbrido 1G233, que apresentou a menor população (143,8 plantas ha-1).

Inicialmente, acreditava-se que a população não iria variar em função dos níveis de nitrogênio (NN) aplicado ou de que esta aumentaria a medida que houvesse aumento

dos NN. No entanto, observa-se que para os híbridos 1G100 e 1G233 ocorreu o inverso, ou seja, a população teve uma pequena diminuição e voltou a estabilizar para os maiores NN. A casualidade nos pontos amostrais, apesar de existirem as repetições, pode parcialmente explicar a resposta dos híbridos frente aos níveis de nitrogênio. A amplitude e variação do estande final está muito dependente da plantabilidade e das condições de ataque de pragas no desenvolvimento inicial da cultura.

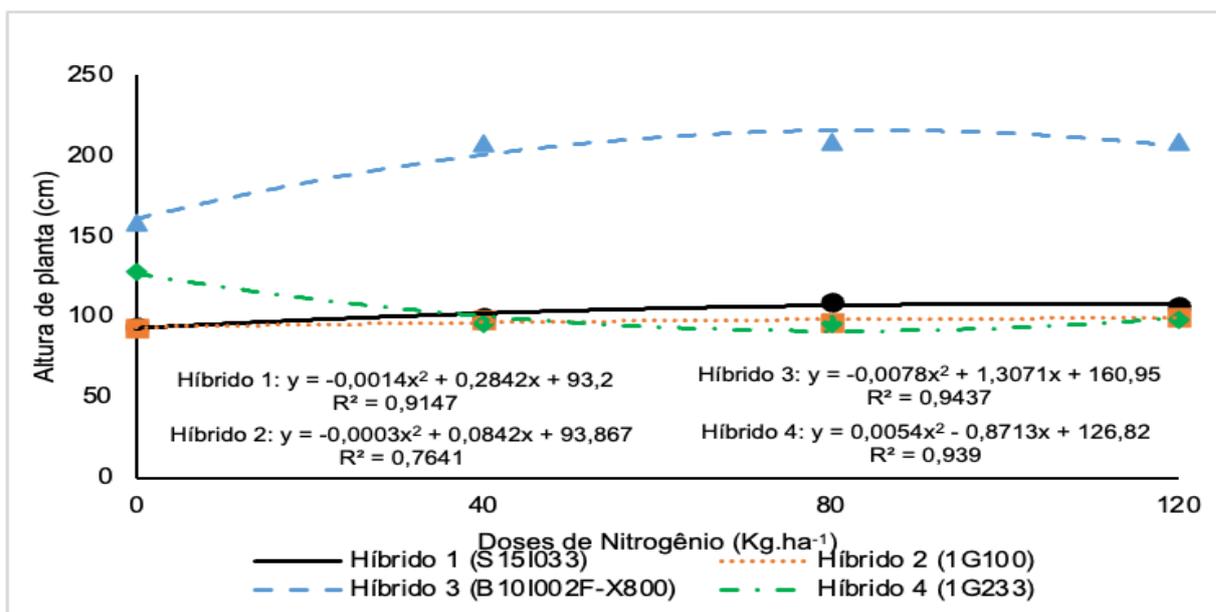
Ainda, para determinação do número de plantas, foi contado o número de panículas da área amostrada para determinação de produtividade. O aumento dos NN pode ter favorecido o perfilhamento, no entanto, nem todos estes perfilhos se tornaram viáveis e/ou apresentaram panículas, resultando assim em menor estande de plantas.

Também, o residual de N deixado pela palhada da soja acaba por favorecer o tratamento controle (Sem N), que conseguiu expressar bom estande de plantas. Neste contexto, esse resíduo proveniente da cultura da soja pode ter sido um fator positivo para o bom desempenho do sorgo em função do estande de plantas sem necessidade de aplicação de nitrogênio no pós-emergência.

Em relação a Produtividade de Kg/ha-1 podemos observar que há uma diferença de 1355 Kg/ha-1 entre as dosagens de 0 e 120 de Nitrogênio, desta forma podemos concluir que as dosagens de N foram fundamentais para o aumento da produtividade final dos Híbridos.

Houve também interação entre híbridos x NN para a altura de plantas (Figura 3). O comportamento dos híbridos em função da adubação não foi linear, ajustando-se a equação de 2º grau. Observou-se uma maior resposta dos níveis de nitrogênio para o híbrido 3, que diferiu estatisticamente dos demais (Gráfico 3), apresentando plantas maiores a medida que o nitrogênio foi adicionado, com curva quadrática.

Gráfico 3. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a altura de plantas (cm).



Fonte: Autoria própria (2022)

O fato da aplicação do nitrogênio nas faixas estudadas (40, 80 e 120 kg.ha⁻¹) apresentarem comportamento semelhante para os híbridos 1, 2 e 4 comprovado por o teste de médias (Gráfico 3) predispõe que o emprego da adubação não afetou de forma positiva a altura para esses materiais genéticos. Os híbridos 2 (1G100) e 4 (1G233) segundo o detentor desses materiais, apresentam a característica de apresentarem porte baixo, dessa forma, a quantidade de nitrogênio empregado nesse estudo pode não ter sido responsiva, devido ao fato da genética desses híbridos (BREVANT, 2022).

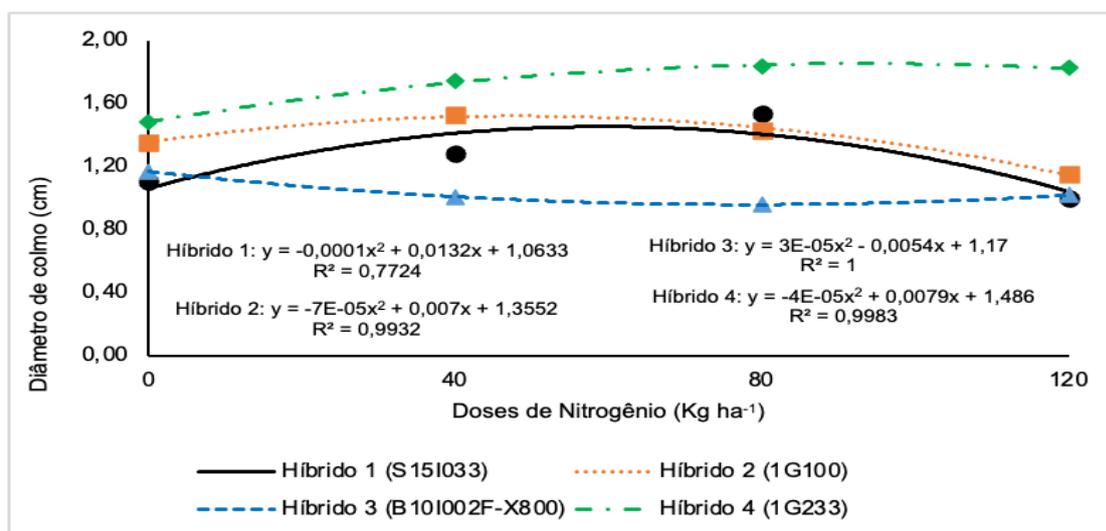
A resposta positiva obtida para o híbrido 3, pode não ser benéfica dependendo da finalidade do plantio, pois plantas com porte menores tendem a apresentar menor quebra e acamamento no período de colheita, que é o caso dos híbridos 2 e 4. Fato esse que deve ser levado em consideração quando escolhido o material genético.

Martins (2019) constatou em seu trabalho que o emprego da adubação nitrogenada na dose de 200 kg/ha-1 resultou em plantas de sorgo mais altas. Goes *et al.*, (2011) obtiveram plantas de porte maior com o emprego do nitrogênio em forma de sulfato de amônio. A aplicação de nitrogênio tem a capacidade de aumentar a taxa metabólica, e com isso influenciar a altura. Isso é possível, devido ao N ser componente estrutural de aminoácidos como a cisteína e metionina, e ainda participa do metabolismo das plantas e divisão e expansão celular, e o processo fotossintético que promove o crescimento em altura (SILVA *et al.*, 2009; TAIZ E ZEIGER, 2009; MALAVOLTA, 2006). Em relação ao

diâmetro de colmo, houve interação entre os fatores (Gráfico 4). O comportamento também não foi linear, ajustando-se a equação de 2º grau para todos os materiais. O híbrido que apresentou plantas com maior incremento de diâmetro foi o quarto (1G233), aonde a espessura do diâmetro das plantas aumentou a medida que a dose de N aumentou, apresentando plantas com colmo mais espesso. Resposta diferente ocorreu nos demais materiais, onde o comportamento foi diferente em função da dose aplicada.

O híbrido 1G233 apresenta a característica de colmo vigoroso e baixo porte segundo o detentor desse material (BREVANT, 2022). Dessa forma, pode contribuir para explicar os resultados obtidos nesse estudo, onde apresentou menor altura das plantas (figura 3) e colmo mais espesso (figura 4).

Gráfico 4. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para diâmetro de colmo (cm).



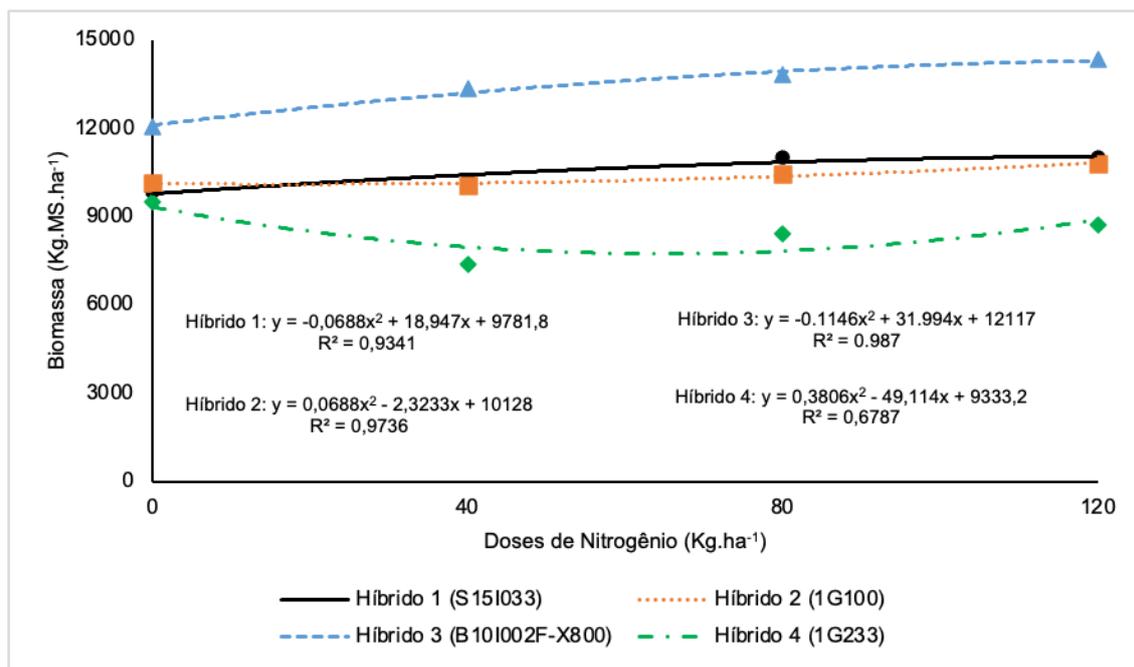
Fonte: Autoria própria (2022)

Ao analisar a Gráfico 5, observa-se interação entre híbridos de sorgo x doses de N e que a comportamento dos híbridos se ajustaram a equações quadrática.

O híbrido três (ainda em código) apresentou maior biomassa (gráfico 5), fato esse que pode ser comprovado quando observado a significância pelo teste de média (gráfico 5). É possível analisar que a medida que foi fornecido o nutriente houve maior acúmulo de biomassa por parte desse material. Apesar da não significância obtida no teste de médias pelos híbridos 1 e 2, o híbrido 1 também apresentou acréscimo da massa seca de 18,9 kg de MS por kg de N aplicado, apresentando máxima eficiência técnica na dose próxima a 80 kg de N ha-1.

O fornecimento do nitrogênio em cobertura influencia no aumento da clorofila nas folhas, ocasionando uma maior interceptação da radiação solar aumentando a área foliar, que favorece um maior índice de massa seca (TAIZ & ZEIGER, 2013). Isso faz com que a planta realize mais fotossíntese e com isso cresça mais.

Gráfico 5. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a produtividade de massa seca (kg ha⁻¹).



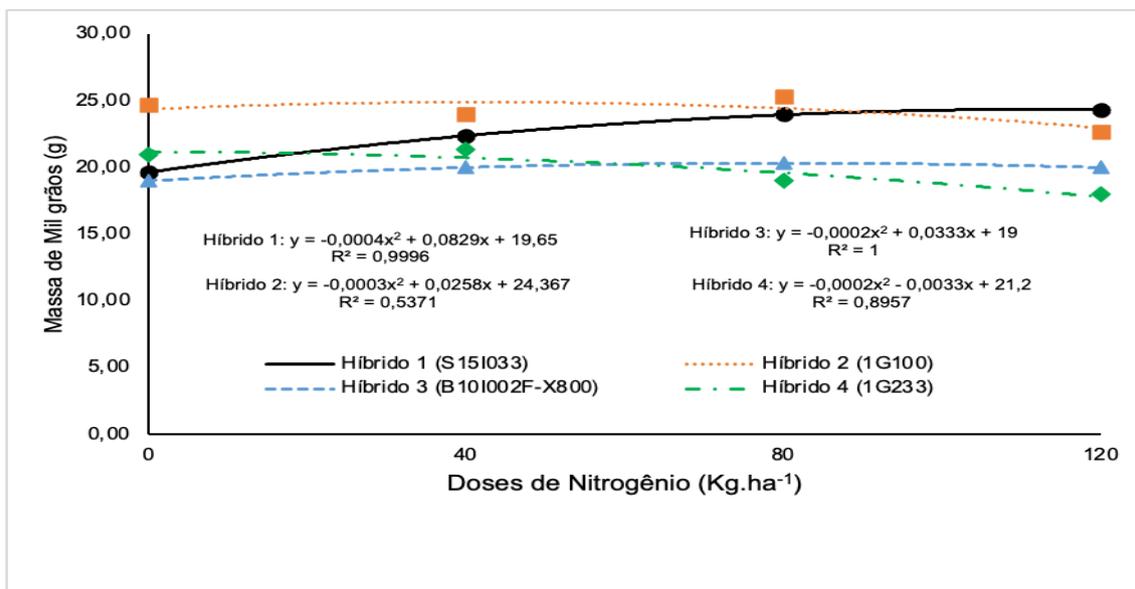
Fonte: Autoria própria (2022)

Segundo Magalhães *et al.*, (2009) essa cultura apresenta maior eficiência na conversão de água em matéria seca, que culturas como o milho e o trigo, e ainda apresenta mecanismos que possibilitam ser bastante tolerantes a seca, e assim é uma cultura de bastante interesse para cultivo na safrinha.

Nesse sentido, é difícil de explicar a resposta do híbrido 1G233 frente aos NN. No entanto, ressalta o fato de que nem todos os híbridos respondem de forma similar a adubação nitrogenada e que a tomada de decisão pela dose de N a ser utilizada, precisa considerar estes aspectos.

Também houve interação entre MMG x NN. O melhor desempenho foi constatado para o híbrido 1 e 2 (gráfico 6). Pode-se observar que a medida que foi adicionado N, houve aumento da massa dos grãos até certo ponto, ajustando-se na sequência a uma equação quadrática.

Gráfico 6. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a massa de mil grãos (gramas).



Fonte: Autoria própria (2022)

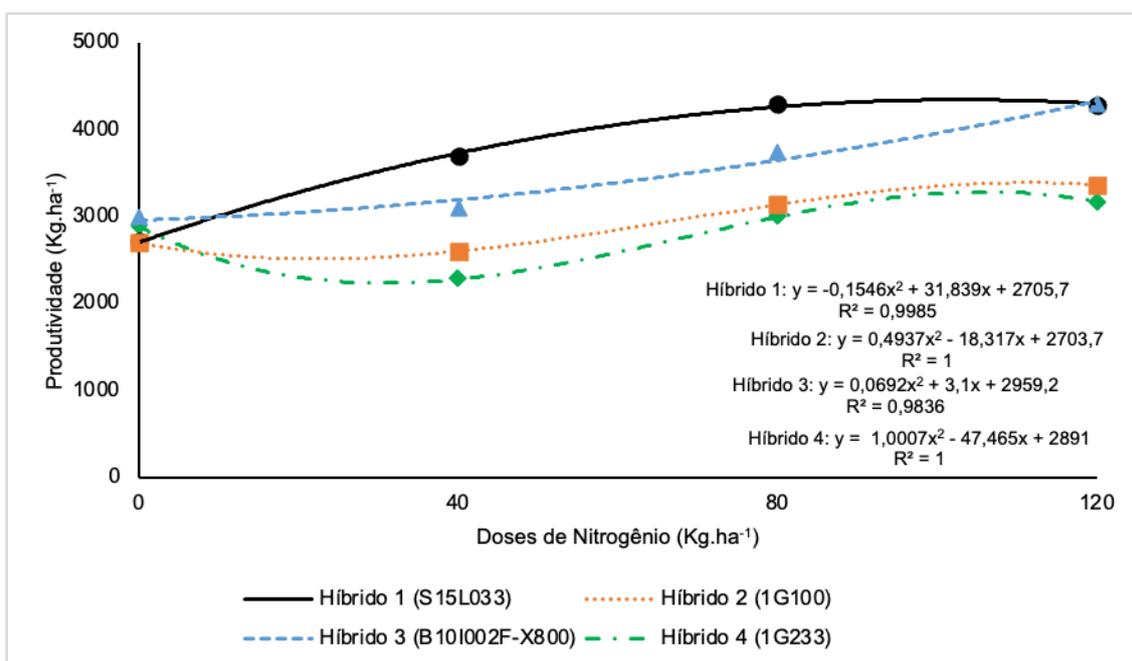
Importante destacar que a produtividade final é a soma dos componentes número de grãos por metro quadrado versus massa de mil grãos. A planta tem elevada plasticidade e pode compensar um componente em detrimento de outro, ou seja, em baixa população de plantas, a tamanho da panícula e/ou o número de grãos por panícula tende a ser maior, por outro lado, panículas grandes, com maior número de grãos, tendem a apresentar menor massa de mil grãos. Ainda, estes componentes de rendimento são definidos ao longo dos estádios fenológicos da cultura e são fortemente influenciados por fatores bióticos (pragas, doenças) e abióticos (temperatura, radiação, chuva, geada). O resultado final dessa interação genótipo x ambiente irá resultar em maior ou menor produtividade por hectare.

Em relação a interação entre híbridos versus doses de nitrogênio (figura 7), é possível verificar que o incremento no nitrogênio proporcionou um acréscimo na produtividade para todos os híbridos avaliados. Notou-se que os híbridos 1 e 3 tiveram o desempenho superior, e o 2 e 4 tiveram menor eficiência em relação ao nitrogênio, e apesar de apresentar variação positiva com tendência de crescimento em função dos níveis de adubação, apresentaram menor produtividade.

A literatura relata produtividades similares e maiores as observadas no presente estudo. Carmo *et al.*, (2020) relatou produtividade de 3656 kg ha⁻¹ para o híbrido 1G255

com o uso de 80 kg de N ha⁻¹ em cultivo na segunda safra de verão. Resende *et al.*, (2009) mencionaram em seus estudos que a produção do sorgo pode variar entre 6 a 8 t ha⁻¹, quando cultivado na safrinha. Dessa forma, os híbridos avaliados neste estudo tiveram produtividade similares aos reportados por Carmo *et al* (2020), porém, estão bem abaixo dos valores reportados por Resende *et al.*, (2009), sendo essas diferenças explicadas basicamente pelas diferenças edafoclimáticas ocorridas entre os locais e o ano de avaliação dos experimentos.

Gráfico 7. Interação entre híbridos de sorgo versus níveis de nitrogênio para a produtividade de grãos (kg ha⁻¹).



Fonte: Autoria própria (2022)

Os resultados obtidos demonstram que os híbridos avaliados se apresentaram diferentes em função do estabelecimento a campo. Apesar da variação apresentada entre os materiais genéticos avaliados é possível afirmar que o sorgo apresenta potencial para o cultivo na safrinha. Isso pode ser confirmado quando a produtividade alcançada foi superior sem a adoção da adubação nitrogenada em relação a maior dose, inviabilizando a aplicação desse elemento quando se busca maior produtividade, podendo interferir até na redução de custos.

Para melhor entendimento dos gráficos das características agrônômicas, avaliadas pelo teste t segue uma tabela 2 explicativa entre os tratamentos, Híbridos de sorgo e Doses

de N, em comparativo com o milho.

Tabela 2. Relação de Tratamentos, Híbridos de Sorgo e Doses de Nitrogênio.

Tratamento	Híbrido de Sorgo	Doses de N	MMG (g)	Produtividade de sorgo (kg ha ⁻¹)
T1	S15IO033	0	19,67*	2717,00*
T2	S15IO033	40	23,67*	4179,67*
T3	S15IO033	80	24,67*	4398,00*
T4	S15IO033	120	24,00*	4134,33*
T5	1G100	0	24,00*	2087,00*
T6	1G100	40	24,33*	2753,67*
T7	1G100	80	25,67*	3350,67*
T8	1G100	120	20,67*	3350,00*
T9	B10I002F-X800	0	18,67*	2799,67*
T10	B10I002F-X800	40	21,33*	3278,67*
T11	B10I002F-X800	80	19,33*	4024,00*
T12	B10I002F-X800	120	20,33*	4423,00*
T13	1G233	0	22,00*	2064,00*
T14	1G233	40	20,33*	2565,00*
T15	1G233	80	18,00*	3069,00*
T16	1G233	120	18,67*	3180,00*
T17	TESTEMUNHA		287,67	5866,67

Médias seguidas de * e ^{ns} diferem e não diferem respectivamente, estatisticamente pelo teste T a 5% de probabilidade, em relação ao T17 (milho).

Fonte: Autoria própria (2022)

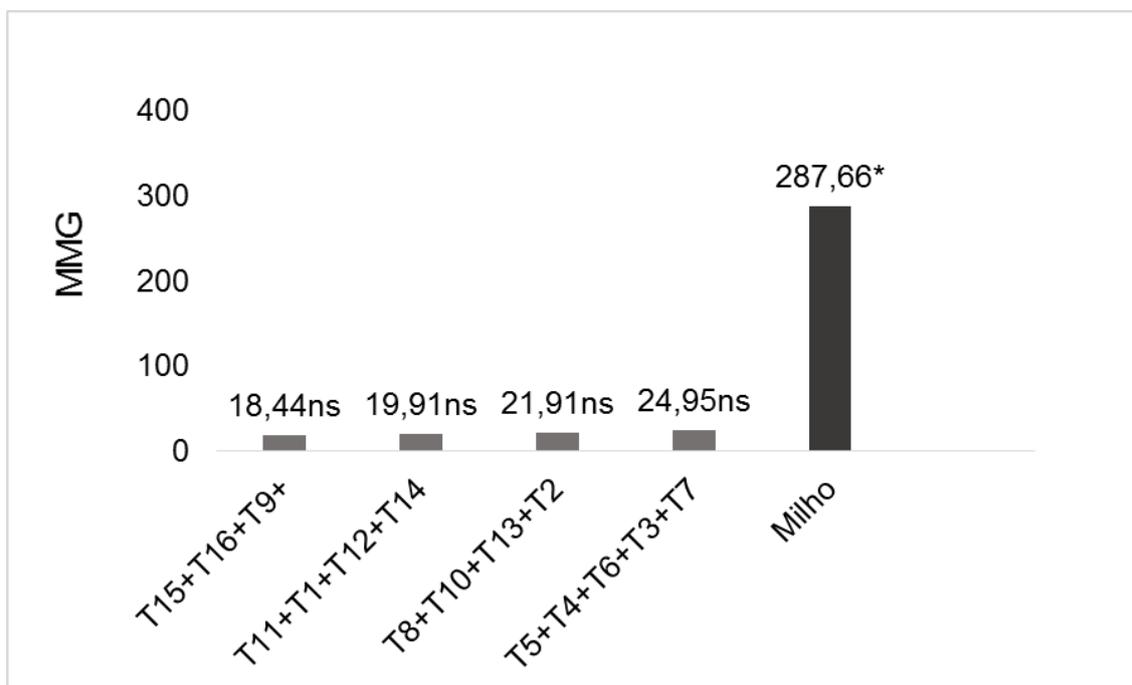
Para todas as figuras a seguir, das variáveis estudadas, podemos observar que houve agrupamento entre os tratamentos, isso ocorre devido os valores apresentados ficarem muito próximos pelo teste t, assim para as figuras não ficarem poluídas de colunas muito próximas, foi feita média e o agrupamento entre elas para melhor visualização e entendimento do leitor.

Para a massa de mil grãos, por ser uma característica intrínseca a espécie, é natural que o milho se diferencie estatisticamente dos híbridos de Sorgo. Entre os híbridos de sorgo, o S15I033 nas dosagens de 80, 120 e o híbrido 1G100, nas dosagens de 0, 40 e 80 kg de N ha⁻¹ se destacaram na MMG.

Nunes (2015), nos mostra em seu trabalho que das quatro variáveis estudadas, em 3 épocas diferentes do cultivo do sorgo a variável MMG, mostrou médias mais baixas de

15,78. Pois alguns cultivares não diferiram na massa de mil sementes.

Gráfico 8. Massa de Mil Grãos (MMG) em relação aos diferentes Híbridos de sorgo e em interação a diferentes doses de N.



Fonte: Autoria própria (2022)

Para a variável produtividade podemos observar que os tratamentos S15IO033 com dosagens de N de 40, 80 e 120 e o híbrido B10I002F-X800 com dosagens de 80 e 120, obtiveram melhores resultados apresentando uma média de 4231,79, em relação a produtividade de milho a média ficou em torno de 5866,66.

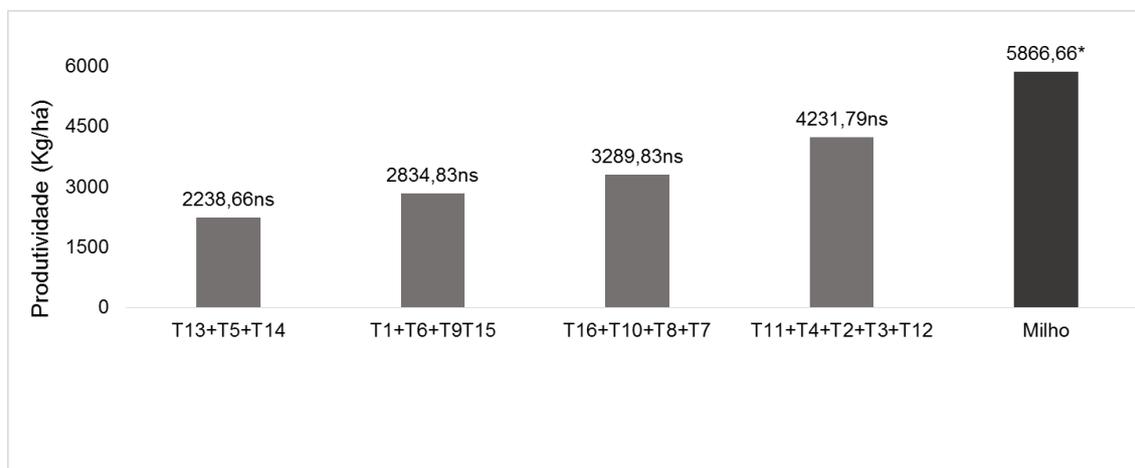
Embora seja uma cultura tolerante ao estresse hídrico, o efeito do déficit hídrico foi severo (Figura 9), o que acabou por comprometer a produtividade. Importante destacar que as baixas precipitações ocorridas ao longo do experimento é considerado algo atípico em relação a média sendo desfavoráveis para ambas as culturas implantadas.

O déficit hídrico tem influência direta na taxa fotossintética, a qual está associada com a produção de grãos. A perda de produtividade em função da exposição da cultura a déficit hídrico varia principalmente em função do estágio fenológico das plantas, do tempo de duração do estresse e dos híbridos utilizados em determinada região. As recomendações ideais de manejo são sitio-específicas e devem ser baseadas em informações locais (COELHO, 2011).

As diferenças de produtividade entre os grupos de híbridos podem estar relacionadas, principalmente, com o porte da planta, condicionando-se menor

produtividade de matéria seca nos materiais mais baixos (VON PINHO *et al.*, 2007)

Gráfico 9. Produtividade dos diferentes Híbridos de sorgo (Kg ha⁻¹) em interação a diferentes doses de N.



Fonte: Autoria própria (2022)

Para melhor entender os gráficos, segue uma tabela 3 explicativa entre os tratamentos, Híbridos de sorgo e Doses de N.

Tabela 3. Relação entre tratamentos, Híbridos de Sorgo e Milho com interação a Doses de N na safra 2020/2021

Tratamento	Híbrido de Sorgo	Doses de N	Altura de planta (cm)	Biomassa verde(Kg/ha ⁻¹)	Biomassa seca(Kg/ha ⁻¹)
T1	1G233	0	87,00*	19,333*	4,247*
T2	1G233	40	96,33*	21,407*	4,614*
T3	1G233	80	94,33*	20,962*	4,607*
T4	1G233	120	95,00*	21,111*	4,420*
T5	1G100	0	95,67*	21,259*	5,647*
T6	1G100	40	101,33*	22,518*	5,857*
T7	1G100	80	93,33*	20,740*	4,840*
T8	1G100	120	97,33*	21,629*	5,775*
T9	SS318	0	120,67*	26,814*	6,531*
T10	SS318	40	124,67*	27,703*	6,703 ^{ns}
T11	SS318	80	138,00*	30,666*	74,491 ^{ns}
T12	SS318	120	128,33*	28,518*	68,835 ^{ns}
T13	Milho	80	161,67	34,444	77,185

Médias seguidas de * e ^{ns} diferem e não diferem respectivamente, estatisticamente pelo teste T a 5% de probabilidade, em relação ao T13 (milho).

Fonte: Autoria própria (2022)

Entre os híbridos de sorgo não houve diferença com o híbrido de milho com

médias de 68,835 para o sorgo SS318 e 77,185 para o milho. Importante destacar que para a massa seca (MS), apenas os híbridos 1G100 nas doses de 0, 40 e 120 kg N ha⁻¹ diferiram da MS do milho. O valor da MS está bem abaixo do que é considerado ideal (30 a 35% de MS) para o momento da ensilagem do milho, porém, retrata a situação que as plantas encontravam-se no momento do corte. Importante destacar que o manejo foi antecipado devido a forte previsão de geada, que acabou por acontecer dois dias após o corte.

Em relação a altura de plantas há diferenças entre os híbridos de sorgo em relação ao milho em relação ao aumento de nitrogênio, onde podemos destacar que o milho com dosagem de 80 N obteve uma média de 161,67 valor este superior ao híbrido SS318 de sorgo que com esta mesma dosagem de N obteve uma média de 138,00. Para esta mesma dosagem o milho obteve uma média de 34,444 de Biomassa Verde enquanto o híbrido SS318 de sorgo teve uma média de 30,666. Estes valores se dá em resultado do antecipamento de corte dos híbridos.

Tabela 4. Safra 20/21 teste T para variáveis de silagem.

Tratamento	Híbrido de Sorgo	Doses de N	Matéria mineral (%)	Proteína bruta (%)	FDN	FDA
T1	1G233	0	4,83 ^{ns}	5,81*	55,01 ^{ns}	29,32 ^{ns}
T2	1G233	40	4,88 ^{ns}	7,37 ^{ns}	57,36 ^{ns}	29,03 ^{ns}
T3	1G233	80	5,29 ^{ns}	7,82 ^{ns}	55,74 ^{ns}	28,44 ^{ns}
T4	1G233	120	5,28 ^{ns}	8,46 ^{ns}	60,89 ^{ns}	32,74 ^{ns}
T5	1G100	0	4,65 ^{ns}	7,15 ^{ns}	55,00 ^{ns}	28,26 ^{ns}
T6	1G100	40	5,23 ^{ns}	8,68 ^{ns}	40,97*	28,52 ^{ns}
T7	1G100	80	4,73 ^{ns}	9,15 ^{ns}	52,54 ^{ns}	27,16 ^{ns}
T8	1G100	120	4,39 ^{ns}	10,60 ^{ns}	41,41 ^{ns}	21,44 ^{ns}
T9	SS318	0	4,26 ^{ns}	5,26*	58,44*	30,36 ^{ns}
T10	SS318	40	4,51 ^{ns}	5,96*	48,85 ^{ns}	26,10 ^{ns}
T11	SS318	80	4,45 ^{ns}	6,47*	46,44 ^{ns}	27,83 ^{ns}
T12	SS318	120	4,22 ^{ns}	7,81 ^{ns}	50,21 ^{ns}	25,46 ^{ns}
T13	Milho	80	4,55	9,12	59,24	31,68

Médias seguidas de * e ^{ns} diferem e não diferem respectivamente, estatisticamente pelo teste T a 5% de probabilidade, em relação ao T13 (milho).

Fonte: Autoria própria (2022)

Vários híbridos de sorgo apresentaram PB similar ao milho, onde destacamos que resultados na literatura nos diz que os teores de Proténa Bruta variam entre 7,4 e 9,4%, sendo assim os valores dos híbridos de sorgo estão dentro da média esperada de PB na

produção de ensilagem, destaca-se que a medida que os teores da adubação N aumentaram, houve acréscimo nos teores de PB.

Para a Fibra de detergente neutro (FDN), os valores médios dos híbridos de sorgo variaram de 40,97 a 57,36 conforme as dosagens de N e o milho ficou com média de 59,24, tais valores ficaram dentro do esperado sendo que essa fração deve ficar entre 45 e 52%, sendo assim ambas silagens são consideradas boas para a nutrição animal.

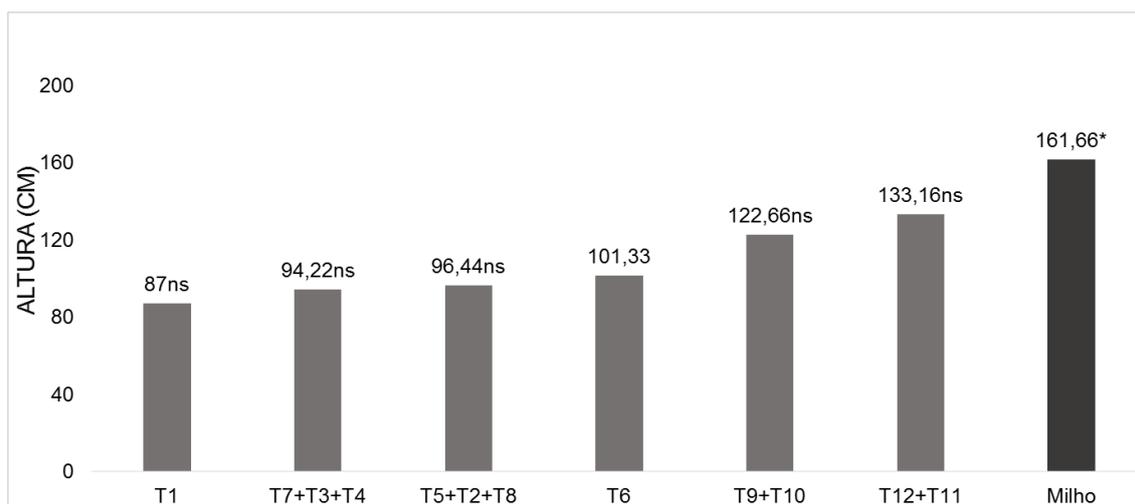
A literatura nos diz que o valor de FDA para silagem o ideal que seja abaixo de 30%, os valores dos híbridos de sorgo tiveram resultados bem próximos a este valor de referência assim se tornando uma ótima alternativa de ensilagem.

O híbrido SS318 com dosagens de 80 e 120 de N, foi o que teve maior altura (cm) entre todos os híbridos, chegando o mais próximo a cultura do milho a qual estamos fazendo o comparativo.

A altura da planta está correlacionada positivamente com a produção de matéria natural da planta de sorgo esta foi determinada na ocasião da colheita, medindo-se do nível do solo até a inserção da última folha ficando com a média geral de 133,16 cm.

Com relação à altura das plantas dos híbridos de sorgo, avaliados por Oliveira *et al.*, (2005), foram verificadas diferenças entre as cultivares, com variação de 2,12 m a 274 cm, com média de 239 cm.

Gráfico 10. Altura (cm) em relação aos diferentes Híbridos de sorgo na safra 20/21.



Fonte: Autoria própria (2022)

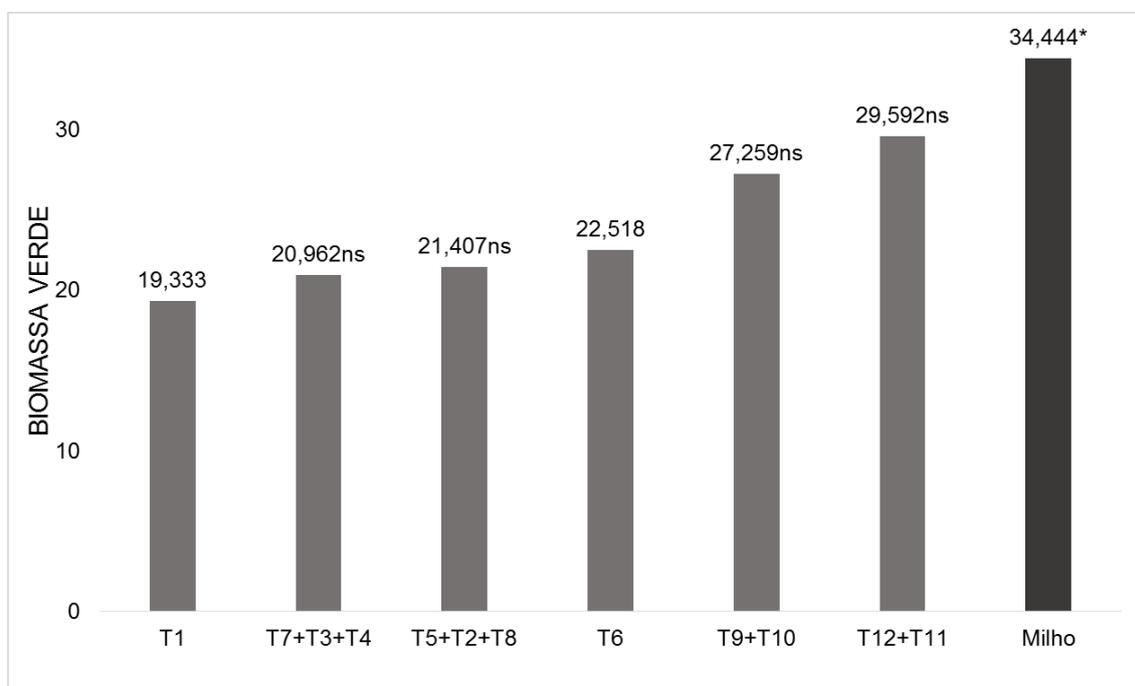
Quando realizado os desdobramentos dos efeitos de ambientes dentro de cada genótipo as características que demonstraram interação híbridos x nitrogênio foram

significativas. A média geral do híbrido SS318 com dosagens de 80 e 120 de N foi de 295.925 Kg/MV/ha-1 obtendo maior biomassa verde entre os híbridos analisados, chegando o mais próximo a cultura do milho que obteve uma média de 344.444 Kg/MV/ha-1 a qual estamos fazendo o comparativo. Sendo consideradas médias adequadas para o estudo de ensilagem para a cultura do sorgo.

Em uma pesquisa em Sinop-MT, as médias gerais para PMV observadas por ambiente foram de 68,6 t ha-1 para Cáceres-MT, 75,8 t ha-1 para Nova Xavantina e 73,20 t ha-1 (ANDRÉ, 2021).

Dados que corroboram com um experimento realizado no norte de Minas Gerais, encontrou-se uma ampla variabilidade para as características produção de massa verde de cultivares potenciais para lançamento e cultivares comerciais de sorgo do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, com resultados encontrados que variaram de 25,81 t ha-1 a 71,05 t ha-1, em produção de massa verde, e de 8,7 a 21,7 t ha-1 para produção de massa seca. Resultados estes que demonstraram que o sorgo biomassa é uma cultura com elevado potencial de produção de biomassa verde, podendo superar as 80 t ha-1 , conforme mencionado pelos autores (SOUZA, 2011).

Gráfico 11. Biomassa Verde em relação aos diferentes Híbridos de sorgo na safra 20/21.

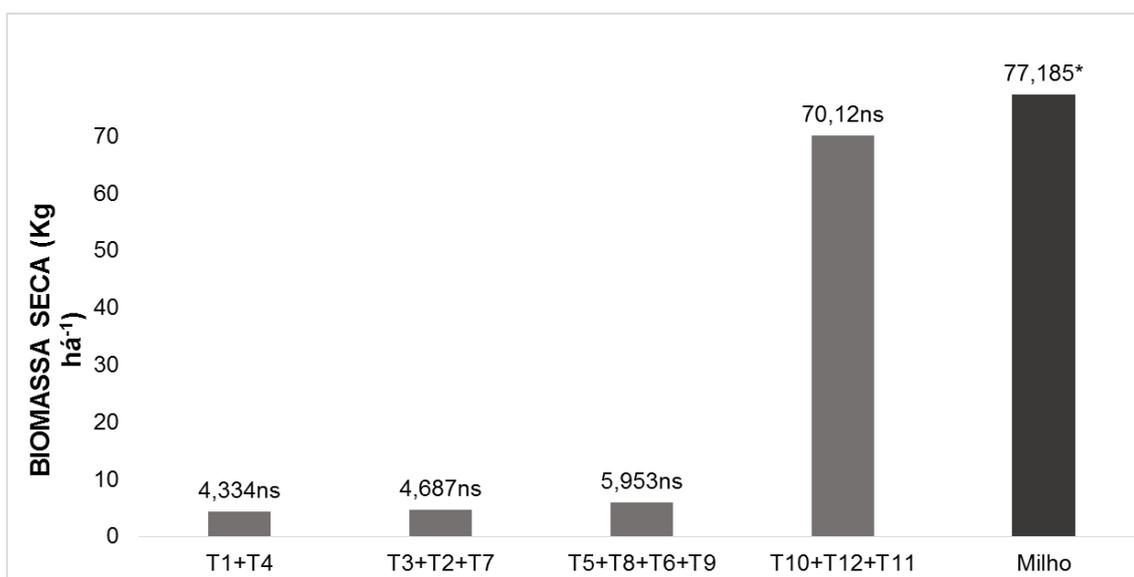


Fonte: Autoria própria (2022)

O híbrido SS318 indiferente aos níveis de nitrogênio foi a variável que obteve destaque para a variável biomassa seca com uma média geral de 70120,68 kg há⁻¹ chegando o mais próximo de milho o qual se destacou estatisticamente com uma média de 77185,18 Kg há⁻¹.

Rodrigues Filho *et al.*, (2006), em estudo com quatro híbridos de sorgo forrageiro não encontraram diferença significativa na produção de massa seca em função das doses de N entre 50 e 100 kg ha⁻¹, cujas médias foram de 59,32 e 15,17 t ha⁻¹, respectivamente. Entretanto, há relatos de produtividade de massa seca bem mais elevada em plantios de sorgo biomassa (cerca de 60 a 90 t ha⁻¹).

Gráfico 12. Biomassa Seca (Kg há⁻¹) em relação aos diferentes Híbridos de sorgo na safra 20/21.



Fonte: Autoria própria (2022)

Para Matéria Mineral (%), não houve diferença estatística para os tratamentos sendo que ficou representado por uma média Geral de 4,71, tal média que ficou próxima de dados encontrados na literatura.

Segundo Gerke (2015), em cultivares de sorgo, sendo eles prensados ou inteiros as médias ficaram entre 4,64 e 6,44, dados estes parecido com a média encontrada.

Tabela 5. Matéria Mineral (%) e Média Geral em relação aos Tratamentos.

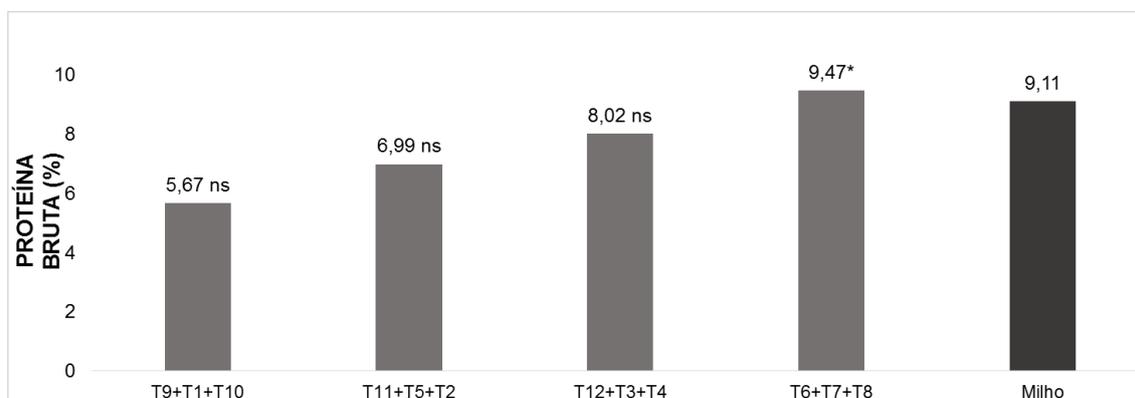
Matéria Mineral (%)	Média Geral
Todos os tratamentos	4,71

Fonte: Autoria própria (2022)

O híbrido 1G100 indiferente aos níveis de nitrogênio obteve maior variável de Proteína Bruta (%) com uma média geral de 9,47.

Para Von Pinho *et al.*, (2007), os valores de PB obtidos, das variáveis estudadas, ficaram em média, de 7,1% a 9,5% para o sorgo e de 7,5% a 8,6% para o milho, podem ser considerados muito adequados.

Podemos analisar que nossos dados ficaram semelhantes ao autor mencionando tornando assim um resultado adequado para produção de silagem.

Gráfico 13. Proteína Bruta (%) para Silagem de Sorgo e Milho em relação aos diferentes doses de N 20/21.

Fonte: Autoria própria (2022)

O híbrido 1G233 com dosagem de 120 de nitrogênio obteve maior FDN com uma média geral de 60,8 valor próximo do que é encontrado na literatura. Existe uma tendência de associação da porcentagem FDN à proporção de panículas na massa ensilada, a qual está relacionada aos diferentes tipos de sorgo (duplo propósito e forrageiro).

Valores que corroboram com dados encontrados por Lanza, (2017), que encontrou um percentual médio de FDN de todos os tratamentos estudados do sorgo BRS 716 foi de 66,32%, variando de 65,53 a 67,65%, sendo que o tratamento de menor percentual

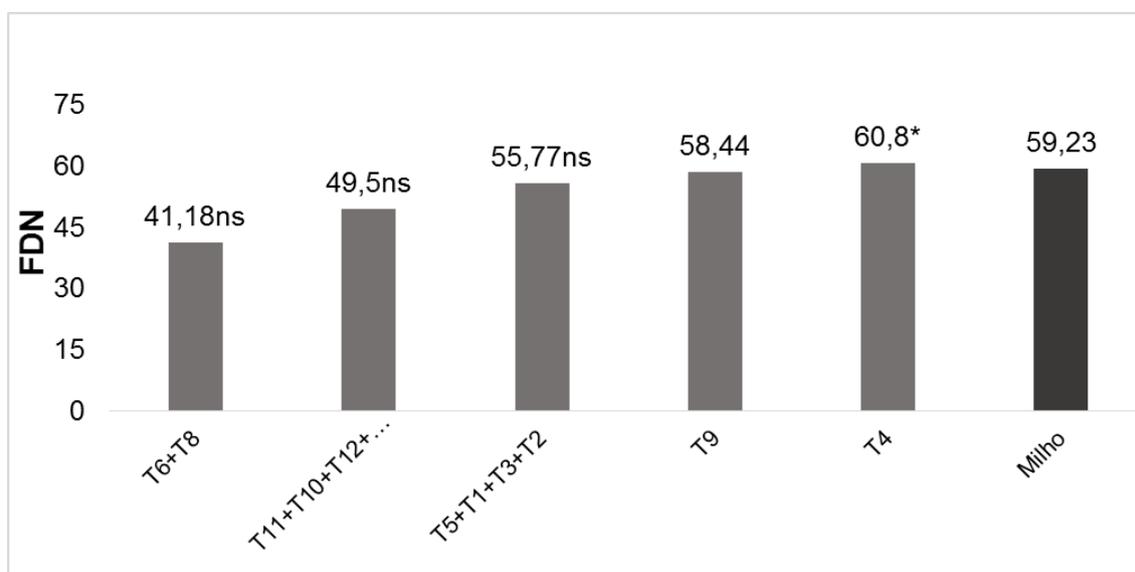
N80-K60 (65,53%), é estatisticamente igual à testemunha 1 (65,52%)

De acordo com Lanza, (2017), o teor de FDN, na forragem, interfere na solubilidade do conteúdo celular uma vez que alimentos menos fibrosos são melhores como fonte de energia para ruminantes e tornam os carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação ruminal.

Segundo Zenebon *et al.*, (2008), por meio do detergente neutro é possível separar o conteúdo celular (parte da forragem solúvel em detergente neutro), formado principalmente de proteínas, gorduras, carboidratos solúveis, pectina e outros componentes solúveis em água da parede celular (parte da forragem insolúvel em detergente neutro - FDN) que este é constituída.

Simão *et al.*, (2015), avaliaram o desempenho de milho, milheto e híbrido de sorgo forrageiro BRS 655 adubado com 450 kg ha⁻¹ de NPK 08-28-16, e duas adubações de cobertura 90 kg ha⁻¹ de N e 70 kg ha⁻¹ de NPK 30-00-20 aos 25 e 35 dias, respectivamente, sendo que obtiveram 28,2% de conteúdo celular.

Gráfico 14. Fibra de Detergente Neutro (FDN) para Silagem de Sorgo e Milho em relação aos diferentes doses de N 20/21.



Fonte: Autoria própria (2022)

Para FDA, não houve diferença estatística para os tratamentos sendo que ficou representado por uma média Geral de 28,18.

Composição química dos tratamentos experimentais, com quatro níveis de concentrado (0, 15, 30 e 45%) na silagem de sorgo. Esse consumo pode ser estimado com

base na composição química da forragem ficando com médias de 40,14 para 0%, 31,96 para 15%, 29,12 para 30% e 24,63 para 45%. Para forrageiras com valor de FDA, em torno de 30%, ou menor, são consumidas em altos níveis, ao contrário daquelas com teores superiores a 40%. Nota-se que no presente trabalho os teores de FDA estão dentro dos limites recomendados pela literatura (SIMON et al., 2009).

Tabela 6. FDA e Média Geral em relação aos Tratamentos.

FDA	Média Geral
Todos os tratamentos	28,18

Fonte: Autoria própria (2022)

5 CONCLUSÕES

Os parâmetros agronômicos avaliados foram maximizados pela adubação com N, demonstrando que a cultura do sorgo se apresenta como altamente responsiva à adubação. De maneira geral, a adubação de plantio foi benéfico ao sorgo, principalmente, em relação à altura, MMG, População, Produtividade de grãos e silagem de qualidade.

O híbrido B10I002F apresentou maior altura e menor diâmetro de colmo que os demais.

Os híbridos código pré-lançamento S15I033 e B10I002F apresentaram produtividade superiores aos híbridos 1G100 e 1G233.

Na safra 2019/20, o híbrido código B10I002f-x800 apresentou a maior produtividade de biomassa em relação aos demais. Em relação as doses de N, este material apresentou resposta quadrática aos níveis de nitrogênio, produzindo 31,9 kg de MS por kg de N aplicado.

O híbrido S15L033 E 1G100 apresentaram maior massa de mil grãos em relação aos demais na safra 2019/20. Em relação a produtividade de grãos, o híbrido S15L033 produziu 1.138 kg ha⁻¹ a mais que o material menos produtivo.

Na comparação da produtividade de grãos entre os materiais de sorgo versus milho, na safra 2020/21, o milho se mostrou mais produtivo que todos os híbridos de sorgo nas diferentes doses de nitrogênio. A menor e maior diferença foi de 1.469 e 3.803 kg ha⁻¹ entre o híbrido de milho e o sorgo S15I0033 com 80 kg de N kg ha⁻¹ e 1G233 com 0 80 kg de N kg ha⁻¹.

Para a produtividade de massa seca na safra 2021/21, o híbrido de sorgo S318 não diferiu do híbrido de milho quando utilizado 40, 80 e 120 kg N kg ha⁻¹. Os demais híbridos, apresentaram produtividade inferior.

Em relação a qualidade bromatológica, não houve diferença entre os híbridos de sorgo e o híbrido de milho para o teor de FDN e FDA, com exceção do 1G100 e SS318 no tratamento com 0 kg N kg ha⁻¹, que apresentaram resultados inferiores.

Para o teor de proteína bruta, vários matérias de milho apresentaram valores superiores ao híbrido de milho, tendo alguns apresentado valor inferior.

REFERÊNCIAS

- AKUTAGAWA, K.H. *et al.* **Fatores e técnicas de produção da cultura do trigo visando á produtividade e qualidade.** XI Encontro de Engenharia de Produção. Pág 1-10. 2017.
- ALMEIDA FILHO, J. E. de, TARDIN, F. D., DAHER, R. F., Silva, K. J. da, XAVIER NETO, J. B., BASTOS, E., LOPES, V. da S., BARBÉ, T. da C., & MENEZES, C. B. de. (2014). **Agronomic evaluation of grain sorghum hybrids, cultivated on second season in different regions of Brazil.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 13(1), 82–95. Disponível:
<http://www.cabdirect.org/abstracts/20143276862.html;jsessionid=50891FA058F8B9A6F2F07D7755C7874A>
- AMADO, T. J. C., MIELNICZUK, J., & AITA, C. (2002). **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência Do Solo, 26(1), 241–248. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832002000100025>
- AMARAL FILHO, J. P. R. do, FORNASIERI FILHO, D., FARINELLI, R., & BARBOSA, J. C. (2005). **Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho.** Revista Brasileira de Ciência Do Solo, 29(3), 467–473. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832005000300017>
- AMADO, T. J. C., MIELNICZUK, J., & AITA, C. (2002). **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência Do Solo, 26(1), 241–248. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832002000100025>
- ANDRÉ, V. L. **Desempenho agrônômico de genótipos de sorgo biomassa cultivados em distintas regiões do estado de Mato Grosso Desempenho agrônômico de genótipos de sorgo biomassa cultivados em distintas regiões do estado de Mato Grosso.** Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, como parte das exigências do Programa de PósGraduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Mestre. 2021.
- ARGENTA, G., SILVA, P. R. F., FOSTHOFER, E. L., STRIEDER, M. L., SUHRE, E., & TEICHMANN, L. L. (2003). **Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro.** Revista Brasileira de Ciência Do Solo, 27(1), 109–119. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832003000100012>
- BARROS, J. F. C., & CALADO, J. G. A Cultura do Milho. **Book**, 1–52. 2014.
- BATISTA, P. S. C. **Tolerância ao estresse hídrico em sorgo granífero.** 2018. 87 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

- BELICUAS, S. N. J., GUIMARÃES, C. T., & MAGALHÃES, J. V. (2009). **Caracterização Molecular de Milho e Sorgo para Aplicação nos Programas de Melhoramento da Embrapa**. Ministério Da Agricultura Pecuária e Abastecimento. http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/MercadoInterno/Requisitos/RegulamentoInspecaoIndustrial.pdf
- BOTELHO, P. R. F., PIRES, D. A. A., SALES, E. C. J., ROCHA JÚNIOR, V. R., JAYME, D. G., & REIS, S. T. (2010). **Avaliação de Genótipos de Sorgo em Primeiro Corte e Rebrotado Para Produção de Silagem**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 9(3), 287–297. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n3p287-297>
- CARMO, E. L. Do, DE SOUSA, J. V. A., FERREIRA, C. J. B., BRAZ, G. B. P., & SIMON, G. A. (2020). **Agronomic performance of grain sorghum cultivated in double rows space on Brazilian cerrado**. Revista Caatinga, 33(2), 422–432. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n215rc>
- Carvalho, A. L. S. (2017). **Seleção de genótipos de sorgo para produção de silagem**. Dissertação Apresentada Ao Programa de Pós- Graduação Em Zootecnia Da Universidade Federal Dos Vales Do Jequitinhonha e Mucuri, Como Requisito Parcial Para Obtenção Do Título de Mestre., 80. 2017
- CAVALCANTE, J. A., PRIMIERI, C., RIBEIRO, E. T., DELUCA, R., & Da, W. G. (2016). **Produtividade do trigo através de diferentes formas de adubação na semeadura e em cobertura**. Revista Cultivando o Saber, 1–13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2009.07.006><http://dx.doi.org/10.1016/j.neps.2015.06.001><https://www.abebooks.com/Trease-Evans-Pharmacognosy-13th-Edition-William/14174467122/bd>
- CHEPNG'ETICH, E., NYAMWARO, S. O., BETT, E. K., & KIZITO, K. (2015). **Factors That Influence Technical Efficiency of Sorghum Production: A Case of Small Holder Sorghum Producers in Lower Eastern Kenya**. Advances in Agriculture, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/861919>
- COELHO, A. M. (2011). **Cultivo do Sorgo**. Embrapa, 3, 1–11. https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3809&p_r_p_-996514994_topicoId=3
- CONTINI, E., MOTA, M. M., MARRA, R., BORGHI, E., MIRANDA, R. A. DE, SILVA, A. F. da, SILVA, D. D. da, MACHADO, J. R. de A., COTA, L. V., COSTA, R. V. da, & MENDES, S. M. **Milho- Caracterização e Desafios Tecnológicos**. Embrapa, 5(1), 1–45. 2019.
- COSTA, R. V. da, CASELA, C. R., ZAMBOLIM, L., & FERREIRA, A. S. (2003). **A antracnose do sorgo**. Fitopatologia Brasileira, 28(4), 345–354. <https://doi.org/10.1590/s0100-41582003000400001>
- DAHLBERG, J., BERENJI, J., SIKORA, V., & LATKOVIĆ, D. (2012). **Assessing sorghum[Sorghum bicolor(L)Moench] germplasm for new traits:food,fuel**

&unique uses. *Maydica*, 56(2). <https://journals-crea.4science.it/index.php/maydica/article/view/688>

DO NASCIMENTO, W. G., DO PRADO, I. N., JOBIM, C. C., EMILE, J. C., SURAUULT, F., & HUYGHE, C. (2008). **Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(5), 896–904. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000500018>

FARINELLI, R., & CERVEIRA JUNIOR, W. R. (2014). **Resposta de Cultivares de Milho Transgênico e Convencional a Densidades Populacionais.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13(3), 336–346. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n3p336-346>

FERNANDES, F. E. P., GARCIA, R., PIRES, A. J. V., PEREIRA, O. G., CARVALHO, G. G. P. DE, & OLIVINDO, C. DE S. (2009). **Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 2111–2115.

FERNANDES, P. G., MAY, A., COELHO, F. C., ABREU, M. C., & BERTOLINO, K. M. (2014). **Influência do espaçamento e da população de plantas de sorgo sacarino em diferentes épocas semeadura.** *Ciencia Rural*, 44(6), 975–981. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000600004>

FILHO, I. A. P., & RODRIGUES, J. A. S. (2015). *sorgo 500 perguntas. Ebook.* 2015.

FILHO, J. E. D. A. (2012). **Avaliação agrônômica e de estabilidade e adaptabilidade de híbridos de sorgo granífero.** Dissertação Apresentada Ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias Da Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Como Parte Das Exigências Para Obtenção Do Título de Mestre Em Genética e Melhoramento de Plantas, 95.

FIORIN, J. E., LIMA, L. O. DA C. DE, SIGNOR, L. R., & WYZYKOWSK, T. (2014). **Resposta do sorgo forrageiro à adubação nitrogenada e seu impacto.** Xxx Congresso Brasileiro de Ciência Do Solo, 1, 4–7.

FONTES;, J. R. A., & GONÇALVES;, J. R. P. (2010). **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho.** *Bragantia*, 69(2), 299–304. <https://doi.org/10.1590/s0006-87052010000200006>

Gerke, L. V. (2015). **Avaliação Do Potencial Do Material De Sorgo Sacarino Adv 2010 Para Produção De Etanol E Silagem , Em Dois Cortes , Na Região Oeste Do Paraná .** 2015. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

GOES, R. J., RODRIGUES, R. A. F., ORIVALDO ARF2, O. G. D. A., & VILELA, R. G. (2011). **Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha.** *Revista Brasileira* <https://doi.org/http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/345/450>

LANZA, A. L. L. (2017). **Avaliação Forrageira Do Sorgo Biomassa (Brs 716) Em**

Diferentes Épocas De Corte E Estratégias De Adubação Em Cobertura. Brs 716, 63.

MAGALHÃES, P. C., DURÃES, F. O. M., & RODRIGUES, J. A. S. (2003). **Fisiologia Da Planta Sorgo.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1–12.

MATEUS, G. P., CRUSCIOL, C. A. C., BORGHI, É., PARIZ, C. M., COSTA, C., & DA SILVEIRA, J. P. F. (2011). **Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto.** Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 46(10), 1161–1169. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000007>

MAY, A., ALBUQUERQUE FILHO, M. R. DE, RODRIGUES, J. A. S., LANDAU, E. C., PARRELLA, R. A. DA C., & MASSAFERA, R. (2011). **Cultivares de sorgo para o mercado brasileiro na safra 2011/2012.** Embrapa Milho e Sorgo - Documentos (INFOTECA-E), Embrapa Mi(117), 1–28. Disponível: www.cnpms.embrapa.br

MAY, A., CAMPANHA, M. M., ABREU, M. C., BERTOLINO, K. M., SILVA, F., COELHO, M., AUGUSTO, R., EUGENE, R., & FILHO, A. P. (2012). **Influência do arranjo de plantas no desempenho produtivo de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench),** em Sete Lagoas-MG. 2282–2289.

MELLO, R. **Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais.** Revista Eletrônica Nutritime, 1, 48–58. 2004.

MENEZES, C., SILVA, A., & TARDIN, F. (2015). **Sorgo Safrinha.** Embrapa Milho e Sorgo.

MENEZES, C. B. DE, COELHO, A. M., SILVA, A. F. DA, SILVA, D. D., MENDES, S. M., ALBUQUERQUE, C. J. B., & RODRIGUES, J. A. S. (2018). **É Possível Aumentar a Produtividade de Sorgo Granífero no Brasil? Soluções Integradas Para Os Sistemas de Produção de Milho e Sorgo No Brasil,** February 2019, 140–182.

MIRANDA, R. A. DE, & LÍCIO, A. M. A. (2014). **Diagnóstico dos Problemas e Potencialidades da Cadeia Produtiva do Milho no Brasil.** Embrapa Milho e Sorgo, 1(1), 9–102. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1009515/1/doc168.pdf>

NAKAO, A. H., SOUZA, M., DICKMANN, L., CENTENO, D., & RODRIGUES, R. (2014). **Resposta do sorgo granífero à aplicação de diferentes doses e épocas de inoculante (*azospirillum brasilense*) via foliar.** enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer, 10(18), 2702–2714.

NASCIMENTO, F. M., RODRIGUES, J. G. L., FERNANDES, J. C., GAMERO, C. A., & BICUDO, S. J. (2014). **Efeito de sistemas de manejo do solo e velocidade de semeadura no desenvolvimento do sorgo forrageiro.** Revista Ceres, 61(3), 332–337. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2014000300005>

NUNES, S. C. P. (2015). **Produção e qualidade de sementes de sorgo sacarino em diferentes arranjos e épocas na região central do rio grande do sul.** Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de PósGraduação em Agronomia, Área

de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Agronomia

OLIVEIRA, M. S., MENDES, T. C. G. S. M., ALBUQUERQUE, F. M. R. DE, PARRELLA, T. N., & COSTA, R. A. da. (2012). **Efeito de Cultivares e Densidades de Semeadura de Sorgo Lignocelulósico Sobre a Ocorrência de Danos Causados por Spodoptera frugiperda**. Xxix Congresso Nacional De Milho E Sorgo, 1, 2893–2898.

OLIVEIRA, R. D. P., FRANÇA, A. F. D. S., FILHO, O. R., OLIVEIRA, E. R., ROSA, B., SOARES, T. V., & MELLO, S. Q. S. (2005). **Características agrônômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio**. Pesquisa Agropecuária Tropical, 35(1), 45–53.

PAES, M. C. D. (2006). **Aspectos físicos, químicos e tecnologia do grão de milho**. Circular Técnica. Embrapa/Cnpms, 75, 1–6.

PENARIOL, F. G., FORNASIERI FILHO, D., COICEV, L., BORDIN, L., & FARINELLI, R. (2003). **Comportamento de Cultivares de Milho Semeadas em Diferentes Espaçamentos entre Linhas e Densidades Populacionais, na Safrinha**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 2(2), 52–60. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n2p52-60>

PIRES, D. A. de A. (2007). **Avaliação de quatro genótipos de sorgo (*sorghum Bicolor*) com e sem taninos nos grãos para a produção de silagens**. Escola de Veterinária Da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 107.

RABELO, F. H. S., RABELO, C. H. S., DUPAS, E., NOGUEIRA, D. A., & REZENDE, A. V. de. (2012). **Parâmetros agrônômicos do sorgo em razão de estratégias de semeadura e adubação**. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada Nas Ciências Agrárias, 5(1), 47–66. <https://doi.org/10.5777/paet.v5.n1.03>

Resende, Á. V. de, Coelho, A. M., Rodrigues, J. A. S., & Santos, F. C. dos. **Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo**. 7. Circular Técnica. 2009.

RIBAS, P. M. (2003). Sorgo : introdução e importância econômica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Documento**(1518–4277), 1–14. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/486642/1/Doc26.pdf>

RODRIGUES FILHO, O., FERNANDES DE SOUZA FRANÇA, A., DE, R., OLIVEIRA, P., REUTER, E., OLIVEIRA, D. E., ROSA, B., SOARES, T. V., QUEIROZ, E. S., & MELLO, S. (2006). **Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*sorghum bicolor* (L.) moench] submetidos a três doses de nitrogênio**. Ciência Animal Brasileira, 7(1), 37–48. <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/389>

RODRIGUES, J. A. S. (2014). **Híbridos De Sorgo Forrageiro : Onde Estamos ? Para Onde Vamos ? VII Simpósio Sobre Manejo Estratégico Da Pastagem.**, 301–328.

- RODRIGUES, J. A. S., JULIO, B. H. M., & MENEZES, C. B. de. (2015). Melhoramento genético de sorgo forrageiro. Capítulo 9. **Ebook Sorgo**. 2015.
- RODRIGUES, J. A. S., PIRES, D. A. DE A., GONÇALVES, L. C., & PEREIRA, L. G. R. (2012). **Melhoramento de sorgo forrageiro e produção de silagem de alta qualidade**. XV Simposio “Productividad En Ganado de Corte,” 66–75.
- SANGOI, L., SILVA, P. R. F., SILVA, A. A., ERNANI, P. R., HORN, D., STRIEDER, M. L., SCHMITT, A., & SCHWEITZER, C. (2006). **Desempenho Agrônomico de Cultivares de Milho em Quatro Sistemas de Manejo**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 5(2), 218–231. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v5n2p218-231>
- SANTOS, J. P. DOS. (2003). **Controle de pragas de grãos de sorgo armazenados**. 1–6. Ebook. 2003.
- SANTOS, H. R. DE O. (2018). **Características agronômicas e nutricionais de híbridos de sorgo com capim-sudão (sorghum bicolor x sorghum sudanense) para a produção de feno**. Dissertação Apresentada, Como Parte Das Exigências Para Obtenção Do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, No Programa de Pós-Graduação Em Zootecnia Da Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia., 111.
- SANTOS, V. D. S. (2005). **Seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices**. Tese Apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Para Obtenção Do Título de Doutor Em Agronomia, Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas., 115.
- SILVA, A. J. R. DA, SPIERING, B., TARDIN, C. B. DE M., & DESSAUNE, F. (2018). **Avaliação de genótipos de sorgo em Sinop-MT**. XIII seminário de iniciação científica pibic/bic júnior – 2018
- SILVA, P. C. G. DA, FOLONI, J. S. S., FABRIS, L. B., & TIRITAN, C. S. (2009). **Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44(11), 1504–1512. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2009001100019>
- SIMÃO, E. D. E. P., MARQUES, M., NETO, G., SANTOS, E. A., GUSTAVO, V., & BARCELOS, F. (2015). **Estratégias para produção de forragem utilizando milho, sorgo e milheto na região central de minas gerais** - Evaluation of strategies for forage production using maize, sorghum and millet in the central region of minas gerais, brazil. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 14(1), 75–87. Disponível: <http://www.abms.org.br>
- SIMON, J. É., LOURENÇO JUNIOR, J. DE B. G., FERREIRA, G. D. G., SANTOS, N. DE F. A. DOS, NAHUM, B. DE S., & MONTEIRO, E. M. M. **Consumo e Digestibilidade de silagem de sorgo (Sorghum Bicolor [L.] Moench) Como Alternativa Para Alimentação Suplementar De Ruminantes Na Amazônia Oriental**. Amazônia: Ciência e Desenvolvimento, 4, 96. 2009.
- SOARES, D. D. A. Manejo da adubação nitrogenada e inoculação em sorgo granífero outonal consorciado ou não com capim-paiaguás. 5–24. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para

obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade Sistemas de Produção. 2017.

SOUZA, V. F. DE. (2011). **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino**. 63. <https://doi.org/10.1590/brag.2013.033>

TOMICH, T. R., RODRIGUES, J. A. S., TOMICH, R. G. P., GONÇALVES, L. C., & BORGES, I. (2004). **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 56(2), 258–263. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352004000200017>

VIEIRA, F. A. P., BORGES, I., STEHLING, C. A. V., GONÇALVES, L. C., COELHO, S. G., FERREIRA, M. I. C., & RODRIGUES, J. A. S. (2004). **Qualidade de silagens de sorgo com aditivos**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 56(6), 764–772. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352004000600011>

VON PINHO, R. G., DE VASCONCELOS, R. C., BORGES, I. D., & DE RESENDE, A. V. (2007). **Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura**. Bragantia, 66(2), 234–245. <https://doi.org/10.1590/s0006-87052007000200007>

WORTMANN, C. S., LISKA, A. J., FERGUSON, R. B., LYON, D. J., KLEIN, R. N., & DWEIKAT, I. (2010). **Dryland performance of sweet sorghum and grain crops for biofuel in nebraska**. Agronomy Journal, 102(1), 319–326. <https://doi.org/10.2134/agronj2009.0271>

ZENEBO, O., PASCUET, N. S., & TIGLEA, P. (2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1000. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020