

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL
CÂMPUS IBIRUBÁ**

**INFLUÊNCIA DO USO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NO
CULTIVO DE SORGO GRANÍFERO**

JOSÉ FRANCISCO DONEDA JUNIOR

Ibirubá, setembro de 2021

JOSÉ FRANCISCO DONEDA JUNIOR

**INFLUÊNCIA DO USO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NO
CULTIVO DE SORGO GRANÍFERO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Ibirubá, como requisito parcial da obtenção do título de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

Orientador: Professor Me. Eliézer José Pegoraro

Ibirubá, setembro de 2021

JOSÉ FRANCISCO DONEDA JUNIOR

**INFLUÊNCIA DO USO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NO
CULTIVO DE SORGO GRANÍFERO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Ibirubá como requisito parcial da obtenção do título de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

Ibirubá, 17 de setembro de 2021

Banca Examinadora

Profº. Me. Maiquel Gromann

Profº. Dr. Rodrigo Luiz Ludwig

Profº. Me. Eliézer José Pegoraro

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre
aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

AGRADECIMENTOS.

Aos meus pais, e minha família, que em todos os momentos fizeram-me acreditar que conseguiria tornar meu desejo realidade.

Aos meus colegas, que após esses anos, tornaram-se bons amigos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá e seu corpo docente, pela formação.

Ao professor Me. Eliézer José Pegoraro, pela orientação e suporte na elaboração deste trabalho.

Por fim, a todos que não referi, mas que, contribuíram para o desenvolvimento do meu trabalho.

A todos deixo meu agradecimento!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO SORGO.....	11
3.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO SORGO	12
3.3 MANEJO DE IMPLANTAÇÃO DA CULTURA E ADUBAÇÃO	14
4 METODOLOGIA.....	16
4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	16
4.2 MANEJOS PRELIMINARES DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	17
4.3 CONDUÇÃO DO SORGO	18
4.4 AVALIAÇÕES	19
4.4.1 Produção de massa seca	19
4.4.2 Colheita e avaliações de peso de mil grãos (PMS) e produtividade	20
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO.....	27
7 REFERÊNCIAS	28

RESUMO

Este trabalho tem como intuito analisar a influência do uso de diferentes fontes de nitrogênio em cobertura no cultivo de sorgo granífero. O experimento foi conduzido na Safra 2019/2020 na propriedade do acadêmico, localizado em São Sebastião, interior do município de Ibirubá/RS. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em faixas com cinco tratamentos e cinco repetições cada. Foram utilizados: uréia, dejetos líquidos de suínos (DLS), nitrato de amônio (NA) e uma mistura de $\frac{1}{2}$ N uréia + $\frac{1}{2}$ N NA. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a um nível de probabilidade de 5% de erro com auxílio do Software SISVAR. Foram avaliados os teores de massa seca (MS) da cultura na fase EC2, e a produtividade ($\text{sc}\cdot\text{ha}^{-1}$) obtida com as diferentes fontes de nitrogênio. Considerando os dados obtidos e as condições de cultivo, as fontes de nitrogênio influenciaram diretamente na produção do sorgo. A fonte que proporcionou maior aporte de MS foi o Nitrato de Amônio (NA), a maior produtividade e produção foram a mistura de $\frac{1}{2}$ N uréia + $\frac{1}{2}$ N NA, Nitrato de Amônio (NA), seguido do DLS e da uréia. A média geral de produtividade obtida no experimento foi de $2.214,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Palavras-chave. Fontes de Nitrogênio. Massa seca. Sorgo. Produtividade. Produção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de crescimento e desenvolvimento 1(EC1), 2 (EC2) e 3(EC3) do sorgo.....	14
Figura 2: Localização geográfica do local do experimento.....	17
Figura 3: Croqui ilustrativo do experimento.....	18
Figura 4: Secagem da massa de sorgo granífero.....	19
Figura 5: Amostra de grãos de sorgo granífero de um tratamento.....	2
Figura 6: Amostrada de uma unidade experimental do experimento.....	22
Figura 7: Acúmulo mensal Pluviométrico ocorrida na Safra 2019/2020.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Massa seca do sorgo granífero sob diferentes fontes de Nitrogênio. Ibirubá, IFRS, 2021.....	23
Tabela 2: Médias do peso de mil sementes (PMS), produtividade e produção do sorgo cultivado sob diferentes fontes de nitrogênio. Ibirubá, IFRS, 2021.....	24

LISTA DE ABREVEATURAS

°C – Graus Celsius

° ' " – Graus, minutos e segundos

CaCo₃ – Calcário calcítico

Cfa – Clima subtropical com verão quente

cm – Centímetros

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

DIC – Delineamento inteiramente casualizado

DLS – Dejetos Líquido de Suínos

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FC3 – Maturidade fisiológica do sorgo

FMO – Forno microondas

g - Gramas

ha⁻¹ – Hectare

kg - Quilograma

kg.ha⁻¹ – Quilograma por hectare

kg. N. ha⁻¹ – Quilograma de nitrogênio por hectare

m – Metro

m² – Metros quadrados

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

mm – Milímetro

MO – Matéria orgânica

MS – Massa Seca

N – Nitrogênio

N.ha⁻¹ – Nitrogênio por hectare

NH₃ – Amônia

p.c /ha – Produto concentrado por hectare

PMS – Peso de mil sementes

RAS – Regras de Análise de Sementes

SA – Sulfato de amônio

sc. ha⁻¹ – Sacas por hectare

UE – Unidades experimentais

UPL – Unidade Produtora de Leitões

VT – Vence Tudo

1 INTRODUÇÃO

O Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma cultura de importância mundial sendo capaz de produzir em uma ampla gama de condições ambientais, esta cultura é de enorme utilização, pela sua flexibilidade.

Apresenta particularidades, como sensibilidade ao fotoperíodo, manejo facilitado pelo uso de maquinário, tolerância a estresses abióticos, ciclo curto, altos rendimentos de biomassa por unidade de área, dentre outras (PARRELLA et al., 2010; PERRIER et al., 2017).

A cultura do sorgo granífero possui grande importância na alimentação de diversas espécies animais em diversas regiões do país, além de ser uma alternativa de diversificação cultivo, e, de renda nas propriedades rurais. Pensando nisso, para atender à crescente demanda pelos produtos oriundos da cultura, deve-se buscar a maximização da produção através das diversas variáveis que influenciarão na produção final.

Diante do exposto, a presente pesquisa tem sua importância na verificação de alternativas que possibilitem incremento produtivo da cultura do sorgo granífero. Desta forma, o experimento buscou avaliar o desempenho da espécie manejada sob diferentes fontes de adubação nitrogenada em cobertura, possibilitando um melhor aproveitamento dos recursos já existentes.

2 OBJETIVO

Verificar a viabilidade técnica da utilização de diferentes fontes de nitrogênio e sua influência na produção do sorgo granífero.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO SORGO

O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é uma planta que tem como centro de origem a África e parte da Ásia. Pertence à família das poaceae e é uma espécie que desperta crescente interesse por suas características. Está inserido nas dietas animais, produção de

etanol, tintas, alimentação humana, e outros segmentos. É um dos cereais mais flexíveis quanto ao seu uso (FRANÇA et.al., 2017).

A espécie pode ser de diferentes grupos, como: granífero, forrageiro, vassoura, sacarino, etc. (PURCINO, 2011). O cultivo do grupo granífero é o mais significativo. É o quinto cereal mais plantado no mundo, ultrapassado somente pelo trigo, arroz, milho e cevada, sendo cultivado em inúmeras regiões (EMBRAPA, 2009). No Brasil, o principal destino é a alimentação animal.

Observa-se que, segundo o boletim disponibilizado pela CONAB (2021) no país, a cultura do sorgo tem uma área cultivada de 835,2, mil hectares e uma produtividade média de 2.789 kg.ha⁻¹. Entretanto, observa-se que a escolha da espécie pelo produtor varia muito em razão do mercado.

Em geral, a produtividade e a produção do cultivo ainda são consideradas baixas, por ser uma cultura manejada com baixo uso de tecnologia e que aproveita a fertilidade residual das culturas antecessoras (RIBAS, 2007). Mas, é um ponto do cultivo a ser melhorado.

3.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO SORGO

A moderna planta de sorgo é um produto da intervenção do homem, que domesticou a espécie e, ao longo de gerações, e vem transformando-a para satisfazer suas necessidades (RIBAS 2010).

O sorgo é uma poaceae anual, que pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético C4 que proporciona uma maior eficiência na produção de fotoassimilados, e consequentemente maiores produtividades; além de proporcionar melhor aproveitamento do nitrogênio e melhor adaptabilidade a ambientes quentes e com limitações de disponibilidade de água (MULLET et al., 2014). Seu ciclo de crescimento e desenvolvimento pode ser dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e de maturação do grão (Figura 1). O período de duração de cada etapa pode variar de acordo com fatores genéticos e ambientais (VON PINHO; FIORINI; SANTOS, 2014).

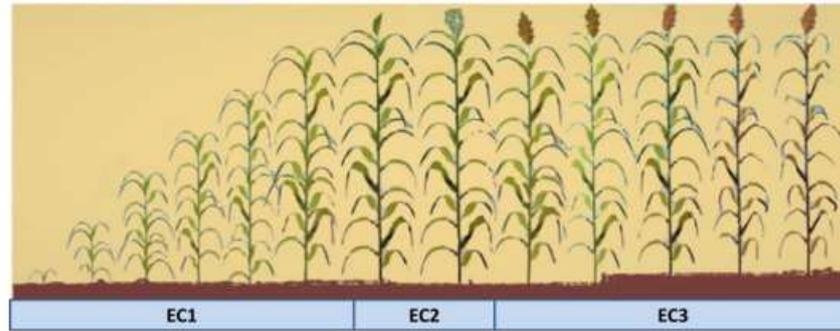


Figura 1- Etapas de crescimento e desenvolvimento 1(EC1), 2 (EC2) e 3(EC3) do sorgo.

Fonte: Adaptado de Teixeira (2017).

A etapa de crescimento 1 é caracterizada pela germinação, aparecimento da plântula, crescimento das folhas e estabelecimento do sistema radicular fasciculado. Nessa fase, alguns fatores podem ser considerados obstáculos para um bom rendimento produtivo, como a competição por luz, água, nutrientes e presença de pragas e patógenos, o que provoca a redução do número de espiguetas viáveis que serão produzidas na próxima etapa de crescimento.

A etapa 2 se inicia com a diferenciação do meristema apical em meristema floral e finaliza com a antese, ou seja, quando ocorre cerca de 50% do florescimento da panícula. Nessa fase há o acúmulo de matéria seca a uma taxa quase que constante até a maturação, quando a planta atinge 60 a 70% do seu peso seco total. O meristema apical apresenta a panícula completa, quando o alongamento dos entrenós atinge o seu tamanho potencial, determinando a altura final da planta. Qualquer estresse durante essa fase pode ocasionar consequências negativas sobre o rendimento, redução do tamanho da planta, especialmente da área foliar e do número de sementes por panícula.

A etapa de crescimento 3 é caracterizada pela maturação dos grãos e senescência das folhas. É uma etapa decisiva para o rendimento e qualidade dos grãos formados, dependendo da duração deste período e da taxa de acumulação de matéria seca no grão em desenvolvimento. É durante essa fase que a planta atinge sua maturação fisiológica.

Apresenta-se como uma espécie bem adaptada a ambientes extremos de temperatura do ar e baixa umidade do solo, apresentando comportamento de rusticidade às condições ambientais, essas características conferem ao sorgo condições favoráveis à sua adaptação à períodos de veranico ou estresse hídrico em relação a outras espécies comerciais (COELHO et al., 2002).

Possui satisfatória conversão de água em matéria seca e possui mecanismos bioquímicos e morfológicos que o fazem tolerante à seca (MAGALHÃES et al., 2009). Necessita de uma quantidade de água em torno de 380 a 600 mm durante seu ciclo, dependendo das condições climáticas dominantes (SANS et al., 2003).

Seu ciclo é de 90 a 120 dias, mas, assim como a época de plantio varia dependendo da cultivar e do local onde é plantado, este ciclo também apresenta uma pequena variação.

3.3 MANEJO DE IMPLANTAÇÃO DA CULTURA E ADUBAÇÃO

O sorgo possui abrangência geográfica para o cultivo bastante grande. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o cultivo da espécie é estendido a diversos os estados brasileiros, e no Rio Grande do Sul, é recomendado o cultivo do fim de outubro a janeiro (MAPA, 2021).

Quanto ao manejo, aspectos como, recomendação de calagem e adubação devem sempre estar embasada em uma análise de solo. É importante ressaltar, no entanto, que a adubação é apenas um dos fatores que afetam a produtividade dessa cultura e, sendo assim, para se alcançar o resultado desejado é essencial à existência de condições ambientais favoráveis, além do manejo adequado do solo e da cultura, em todas as etapas da produção.

Na cultura do sorgo, o aporte de nitrogênio é essencial, é um dos elementos mais acumulado no colmo e folhas e quase totalmente translocado para os grãos (ALBUQUERQUE et al., 2013). Sua absorção pelas plantas proporciona grandes incrementos no crescimento vegetativo. Além de fazer parte de componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos (TAIZ, ZEIGER, 2013). O momento em que a cultura demanda maior aporte de N é durante a fase EC1 e EC2. Sua absorção se dá na forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-).

São disponíveis várias fontes de N no mercado, fazendo-se necessário conhecer as propriedades de cada fonte e sua disponibilidade regional, além da viabilidade.

Destaca-se entre as fontes sulfato de amônio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico (MAP), fosfato diamônico (DAP), uréia, dejetos líquido de suínos (DLS), nitrato de amônio (NA) entre outros.

Das descritas, uréia, dejetos líquido de suínos (DLS), e nitrato de amônio (NA) são largamente utilizadas na região, e possuem fácil disponibilidade de aquisição.

A uréia, fonte de 45% de N, possui baixo custo de aquisição, e alta concentração do elemento, porém possui a desvantagem da alta perda por volatilização, e lixiviação diminuindo a eficiência de utilização pelas plantas do N proveniente da desta fonte, quando ela é aplicada sobre a superfície do solo.

O dejetos líquido de suínos, possui concentração variável (conforme o manejo das lagoas de decantação), possui alto potencial fertilizante, com degradação lenta no solo. Sua aquisição se dá na maioria de graça por criadores de suínos, atividade comum na região, tendo somente o custo de transporte. O Nitrato de amônio, fonte de 32% de N, apresenta baixa perda por volatilização, devido ao nitrogênio estar na forma nítrica e amoniacal, exatamente a forma que as plantas absorvem-a. Desta forma seu uso contribui para aumentar a eficiência do nitrogênio. Sua principal desvantagem por possui baixa concentração, o elevado custo. É importante que os agricultores realizem a escolha do fertilizante a ser utilizado, considerando suas condições e a disponibilidade do comércio regional, assim, melhor atendendo as suas necessidades.

Com relação à semeadura, esta deve ser realizada conforme a cultivar, atendendo sua recomendação. Deve-se dar em solos férteis, descompactados, com cobertura morta, e, dentro da data de zoneamento. Considerando além do zoneamento, a temperatura e umidade do solo no momento da semeadura, fatores esses de extrema relevância. Em relação a cultivar, esta deve ser escolhida de acordo com o local de cultivo, e, deve seguir o zoneamento.

Além destas considerações, a distribuição uniforme das sementes e sua colocação adequada no sulco para garantir a germinação, também são importantes. Segundo TOURINO citado por SANTOS, A. P. et al (2008), a precisão na distribuição de sementes significa sua localização exata no sulco, segundo espaçamentos e quantidades regulares predeterminadas fazendo-se essencial no processo de implantação da cultura.

Os manejos intermediários como, controle de plantas daninhas, insetos além de o controle fitossanitário se faz muito importante, pois, permite a planta expressar seu máximo potencial produtivo.

Quanto à colheita, quando objetiva-se o produto grão, a umidade ideal deve ser de em torno de 14 a 17%. Quando não objetiva-se realizar a secagem artificial a colheita deverá ser realizada quando os grãos estiverem entre 12 e 13% de umidade.

Para corte verde, o ponto de colheita ideal ocorre quando a planta atinge o estágio de emborrachamento ou idade de 50 a 55 dias após a semeadura. E, para pastejo e fenação, o ponto ideal está entre 0,80 a 1,00 m de altura, período de 30 a 40 dias pós-semeadura ou início

da rebrota. Para cobertura morta, a planta deverá ter aproximadamente 1,5 m de altura, conforme descrito por LOURENÇÃO (2012).

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido na Safra 2019/2020 na localidade de São Sebastião, interior do município de Ibirubá, região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. A área localiza-se conforme a Figura 1, a uma latitude 28°37'39" Sul e a longitude 53°05'23" Oeste. Está a uma altitude de 416 metros (IBGE, 2019).

Segundo a classificação de Köeppen adaptado por Moreno (1961), o clima da região é subtropical Cfa, com precipitação média de 1.700 mm.ano⁻¹ e temperatura média de 20°C. O solo é Latossolo Vermelho.



Figura 2 - Localização geográfica do local do experimento.

Fonte: Google Earth.

O delineamento experimental adotado foi o delineamento inteiramente casualizado, de, em faixas, considerando as características da área,

Cada faixa correspondeu a um tratamento e, possuía aproximadamente 5x25 metros. As faixas eram subdivididas em 5 unidades experimentais (UE) sendo que estas correspondiam

às repetições sorteadas dentro de cada faixa. Cada UE possuía 5x5 metros, ou seja, 25 m². A área total do experimento foi 625 m². Abaixo, na figura 3, a ilustração demonstrando o descrito anteriormente, cinco tratamentos com cinco repetições.

R5	R2	R1	R2	R1
R3	R5	R4	R1	R2
R2	R3	R5	R3	R3
R4	R1	R3	R4	R5
R1	R4	R2	R5	R4
T 1	T2	T 3	T 4	T 5

Figura 3 - Croqui ilustrativo do experimento.

As fontes de nitrogênio utilizadas que corresponderam aos tratamentos analisadas foram: uréia, dejetos líquido de suínos (DLS), nitrato de amônio (NA) e uma mistura de ½ N uréia + ½ N NA. Quanto à distribuição dos tratamentos, o sorteio das fontes ficou, conforme demonstrado na figura 2, e, o tratamento 5 a testemunha, ou seja, a parcela que não recebeu nenhuma fonte de adubação nitrogenada. Inteirando, as fontes uréia, dejetos líquido de suínos (DLS), nitrato de amônio (NA) possuem respectivamente 45% de N, 2,26 kg N/m³, 32% de N. Sendo assim, as doses aplicadas foram de 166,66 kg.ha⁻¹ de uréia, 33,12 m³.ha⁻¹ de DLS, 234 kg.ha⁻¹ de nitrato de amônio e 83,33 de uréia + 117,18 de NA kg.ha⁻¹ na mistura de 50%.A uréia e o nitrato de amônio foram adquiridos comercialmente, e, o DLS foi obtido do sistema de lagoas de estabilização em série advindo de uma unidade produtora de leitões (UPL) da região.

A aplicação das fontes sólidas se deu manualmente, e a fonte de DLS, com o auxílio de um regador.

4.2 MANEJOS PRELIMINARES DA ÁREA EXPERIMENTAL

Em um primeiro momento, foi realizada a demarcação da área e posteriormente, percorreu-se a mesma em zigue-zague coletando amostras de solo em diferentes pontos, na profundidade de 0-20 cm para realização da análise de solo, a fim de verificar a necessidade de calagem e adubação. Em um segundo momento, realizou-se a interpretação dos dados e a

calagem. No laudo de solo, os dados para 0-20 cm eram: Argila 43%, Classe textural 2, pH 5,4, SMP 5,7, M.O 2,3, P 111,02 e 96,0, Al 0,0, H+Al 4,3.

Para correção, fez-se uso do corretivo calcário calcítico (CaCO_3) – 0,278g por unidade experimental, esse valor representa 111,2 kg por hectare. Esta se deu de forma manual, a lanço sobre cada unidade experimental Após a calagem, realizou-se a dessecação química da área. Para tanto, utilizou-se calda de Glifosato com uso de pulverizador hidráulico sobre toda área experimental, com dose de 2L p.cha⁻¹.

4.3 CONDUÇÃO DO SORGO

A cultivar escolhida para semeadura foi a AGROCERES 2005-E. Essa possui recomendação para o cultivo na região onde foi implantado o experimento.

A semeadura se deu sob sistema de plantio direto, em sucessão ao cultivo do trigo. Foi realizada no dia 20 de novembro do ano de 2019. As parcelas foram semeadas todas no mesmo dia e, para tanto, fez-se uso de semeadora mecânica VT PANTHER SM 7000 de 7 linhas, com 50cm de espaçamento e 4 cm de profundidade. A densidade de semeadura foi de 220.000 plantas.ha⁻¹. Foram distribuídas cerca de 15 sementes por metro linear, sendo realizado o desbaste aos 14 dias após a emergência das plântulas, mantendo 10 ao final. As sementes foram tratadas horas antes da semeadura com Standak[®]Top (25 g i.a. Piraclostrobina, 225 g i.a. Tiofanato Metílico e 250 g i.a. Fipronil) com objetivo de garantir o controle, evitar fungos, insetos ou outras pragas que atacam sementes e as plântulas no início do desenvolvimento da cultura, seguindo a recomendação técnica do produto.

Conforme o laudo de solo, para N a demanda foi de 75 kg de N.ha⁻¹, destes 20 kg na semeadura e o restante em cobertura aproximadamente 32 e 39 dias após a emergência da cultura do sorgo. Foi realizada manualmente e, a lanço. Para tanto foram utilizadas as diferentes fontes de N, adequando a quantia do nutriente em cada fonte. Ressalta-se que a dosagem foi definida de acordo com a análise química do solo.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, com o auxílio de uma enxada, sempre as espécies apresentavam potencial de competição com a cultura, principalmente nos estádios iniciais do cultivo. O controle de insetos foi realizado quando as espécies de *Diabrotica speciosa*, e *Spodoptera frugiperda*, representaram nível de dano econômico. Foram realizadas duas aplicações, com intervalo de 7 dias em toda área

experimental, com auxílio de um pulverizador costal. O inseticida utilizado foi Ampligo® (50 g/L Lambda-cialotrina 100 g/L Clorantraniliprole) e a dose, seguiu as especificações da bula.

A colheita foi realizada manualmente, 115 dias após a semeadura, período em que a grande maioria dos grãos das parcelas encontrava-se no ponto de maturidade fisiológica.

4.4 AVALIAÇÕES

4.4.1 Produção de massa seca

A avaliação da produção de massa seca (MS) foi realizada 80 dias após a semeadura. Para esta análise, utilizou-se uma estrutura quadrada de 50,0 x 50,0 cm, ou seja 0,25 m², sendo colocada aleatoriamente em cada UE, realizado o corte rente ao solo dos vegetais de dentro do quadro para realização das amostras. Em seguida, o material coletado foi embalado e identificado.

Após todas as coletas realizadas, as amostras foram levadas para a propriedade, onde realizou-se a separação de 500g. Então, com essa amostra realizou-se a secagem em forno microondas (FMO). A metodologia adotada foi a descrita por LACERDA et al (2009) citado por BUENO, A.V.I. et al. (2017).

O material vegetal coletado de cada unidade experimental foi fracionado, conforme descrito, e esta porção picada em partículas de aproximadamente 40 mm, acondicionadas em sacos de papel para secagem em FMO (potência de 1550 watts), para determinação da matéria seca. O FMO tinha capacidade para 30 litros. A secagem está demonstrada abaixo, na figura 4.



Figura 4 – Secagem da massa vegetal do sorgo granífero.

Cada amostra foi submetida a 3 ciclos totalizando 5 minutos de secagem, sendo o primeiro ciclo de 3 minutos, o segundo de 2 minutos e o terceiro de 1 minuto, o qual se repetia até ser atingido o peso constante. Após cada ciclo as amostras foram deixadas em repouso, fora do FMO, para esfriar. É importante ressaltar que, adjunto as amostras no microondas foi adicionado um copo com água para evitar queimar o material. Após atingido o peso constante, descontou-se o peso da embalagem obtendo o peso da amostra em gramas.

4.4.2 Colheita e avaliações de peso de mil grãos (PMS) e produtividade

A colheita, debulha e limpeza das amostras ocorreu de forma manual, onde inicialmente, realizou-se o arranquio das plantas do experimento, assim que todos os tratamentos atingiram a fase EC3, de maturação fisiológica, cerca de 115 dias após a semeadura, abaixo, na figura 5 demonstrando o experimento.

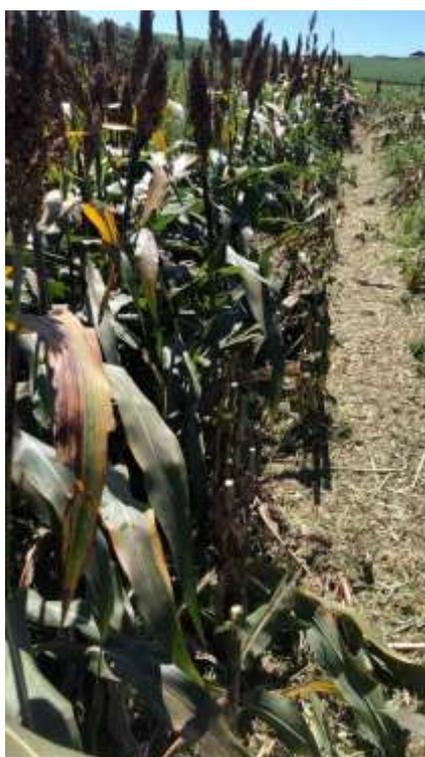


Figura 5 – Amostrada de uma unidade experimental do experimento

Após a colheita das plantas, as amostras foram separadas, identificadas e posteriormente, as mesmas foram batidas para a debulha dos grãos e limpeza. Para as avaliações coletou-se manualmente três linhas de plantas com 1,0 metro de comprimento cada. Abaixo, na figura 6, uma amostra colhida, debulhada e limpa de um dos tratamentos



Figura 6 – Amostra de grãos de sorgo granífero de um tratamento.

O PMS (g) foi obtido através da pesagem de 8 repetições de 100 grãos. Primeiramente iniciou-se separando as oito amostras, com auxílio de uma pinça e após, realizou-se a pesagem, para posteriormente realizar a média das 8 repetições, multiplicando por 10 e obtendo-se o PMS conforme descrito em BRASIL (2009). Os grãos foram coletados aleatoriamente em cada um dos tratamentos para cada repetição. A umidade foi uniformizada para 13%.

A produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) determinada através da pesagem dos grãos foram provenientes do material das três linhas centrais, onde foi realizada a correção da umidade por meio de estufa de circulação de ar forçado a uma temperatura de 65 à 70°C, até atingir média de 13%, quando se estimou a produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). A correção da umidade foi feita através da fórmula a seguir, seguindo o que está descrito em BRASIL (2009).

$$P13 \% = PC \times (100 - U) / 87\%$$

Onde:

P13%: produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) corrigida para a umidade padrão de 13%.

PC: produtividade de grãos sem a correção

U: umidade dos grãos observada no momento da pesagem.

Para a verificação da diferença de produtividade e produção de cada tratamento, houve a análise separada de cada unidade experimental, e a partir disso, foi estimada a produtividade e produção total das parcelas, extrapolando posteriormente para produtividade expressa em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos nas avaliações das variáveis correspondentes aos tratamentos das diferentes de nitrogênio foram computados e submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a um nível de probabilidade de 5% de erro com auxílio do Software SISVAR. (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes fontes de nitrogênio utilizadas em cobertura no experimento proporcionaram elevada produção de massa seca no cultivo do sorgo granífero (Tabela 1).

Tabela 1: Massa seca do sorgo granífero sob diferentes fontes de nitrogênio. Ibirubá, IFRS, 2021

Tratamento	Massa seca (kg.ha ⁻¹)
Uréia	12.165 c
DLS	15.660 b
Nitrato de amônio (NA)	17.420 a
Mistura ½ N uréia + ½ N NA	17.325 a
Testemunha	9.715 d
Média	14.357
CV (%)	12,68

Nota: Dados seguidos da mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para os dados de massa seca, houve diferença significativa entre todas as fontes de nitrogênio utilizadas e a testemunha. Os tratamentos em que o sorgo granífero produziu a maior quantidade de massa seca.ha⁻¹ foram o Nitrato de amônio (NA), mistura ½ N uréia + ½ N NA, uréia, DLS e a testemunha, respectivamente. Os resultados obtidos para a MS ficou entre 9.715 e 17.420 kg.ha⁻¹. A média geral do experimento foi de 14.457 kg.ha⁻¹ de MS.

A média do experimento foi semelhante à obtida por OLIVEIRA et al. (2005), citados por CUNHA e LIMA (2010), de 15.170 kg.ha⁻¹. Também, estão de acordo com a encontrada por TABOSA et al. (2002) citado por CUNHA e LIMA (2010), em que registraram em seus experimentos que, em condições de estresse hídrico, produção média de matéria seca de 3.320 a 15.860 kg.ha⁻¹.

Considerando o sorgo, uma gramínea pertencente ao grupo de plantas C4, que suporta elevados níveis de radiação solar direta, fato que possibilita maior acúmulo de matéria seca em função das altas taxas fotossintéticas apresentadas sob estas condições (EMBRAPA,

2015), no dado experimento não foi o que se observou. Logo, para explicar esses resultados pode-se levar em consideração que, apesar das diferentes fontes de adubação terem influenciado nos resultados obtidos, a baixa precipitação ocorrida no período de condução do experimento pode ter interferido nos resultados. Abaixo na figura 7, pode-se observar o acumulado de chuvas na safra de condução do experimento.

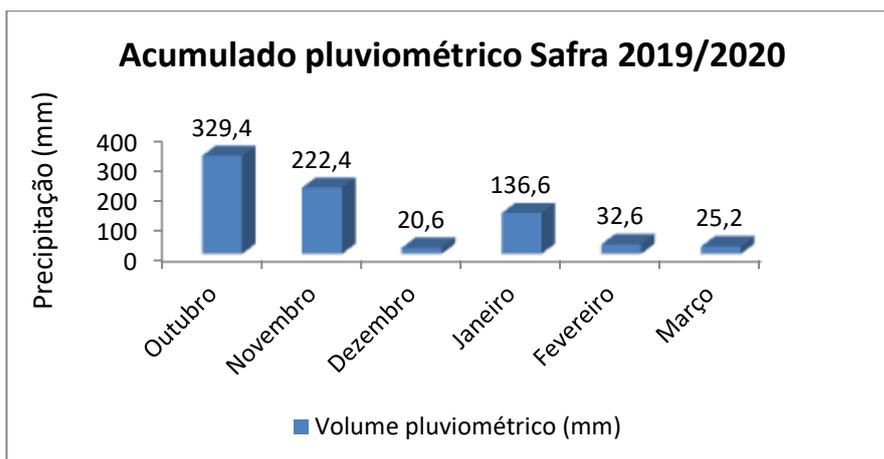


Figura 7: Acúmulo mensal pluviométrico ocorrido na Safra 2019/2020

Neste gráfico fica explícito que as condições climatológicas referentes à precipitação não foram favoráveis. No período de crescimento inicial e de desenvolvimento, a cultura foi prejudicada com estresse hídrico. Somente 20,6mm ocorreram no mês de dezembro, em janeiro, chuvas esparsas, e com volume significativo quando ocorriam as precipitações, voltando a recair nos meses seguidos assemelhando-se ao mês de dezembro. Com essa condição, podemos relacionar a baixa expressão do potencial de produção de massa da cultura.

Em relação às fontes de N utilizadas, observa-se que uréia, foi menos eficiente comparado às demais fontes, para incrementar massa seca, fato que pode estar associado a suas perdas da amônia por volatilização, que podem atingir valores acima de 50% do N aplicado (TASCA et al., 2011). As demais possuem forma de liberação lenta, fato que representa vantagem comparado a uréia, além de, apresentarem baixa potencial de perda de NH_3 , por volatilização, possibilitando assim, melhor aproveitamento do fertilizante, e consequentemente, do nutriente.

Para ROSOLEM et al. (1985) descritos por PAVAN et al. (2011) há significativa responsividade do sorgo granífero à adubação nitrogenada. No entanto, essa resposta é muito

variável e está condicionada principalmente ao material genético, à produtividade, ao teor de matéria orgânica (MO) do solo e à disponibilidade hídrica para a cultura.

Valores reduzidos de massa seca foram encontrados por ALBUQUERQUE e MENDES (2011), onde atribui-se tal a má distribuição das chuvas ao longo do ciclo da espécie cultivada. Desta forma, deve-se ponderar que, na safra agrícola em que o experimento foi conduzido a precipitação foi bastante irregular e com períodos de estiagem, em dezembro, fevereiro e março. Fato que pode ter afetado os resultados.

Na Tabela 2, apresenta-se os resultados referente ao peso de mil sementes (PMS) e a produtividade média estimada expressa em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ da cultura do sorgo, nos diferentes manejos utilizados.

TABELA 2: Médias do peso de mil sementes (PMS) e produtividade do sorgo cultivado sob diferentes fontes de nitrogênio. Ibirubá, IFRS, 2021

Tratamento	PMS (g)	Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)¹⁾
Uréia	21,66 d	1.882 c
DLS	22,68 c	2.463 b
Nitrato de amônio (NA)	23,94 b	2.680 a
Mistura $\frac{1}{2}$ N uréia + $\frac{1}{2}$ N NA	24,86 a	2.701 a
Testemunha	18,74 e	1.346 d
Média	22,37	2214
CV (%)	12,3	8,76

Nota: Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados obtidos demonstram que houve efeito significativo das fontes de N utilizadas sobre o cultivo do sorgo, em todos os tratamentos nas três variáveis analisadas acima. Com relação a variável de PMS, os tratamentos em que obteve os maiores resultados foram para a mistura $\frac{1}{2}$ N uréia + $\frac{1}{2}$ NA, seguido de Nitrato de amônio, DLS e a uréia respectivamente.

As fontes nitrogenadas proporcionaram resultados distintos para esta variável pelo fato de, comportarem-se de forma diferente no processo de liberação do nutriente. A uréia, por exemplo, possui perdas de nitrogênio por volatilização da amônia, e, quando aplicada em

cobertura estão compreendidas entre 25 – 30 % da quantidade aplicada, podendo chegar 70% conforme descrito por LARA CABEZAS et al., (1997a,b) e CANTARRELLA et al., (2008).

O nitrato, pertence ao grupo de fertilizantes que perde pouquíssimo nitrogênio por volatilização da amônia, pois já é o produto final da transformação do nitrogênio, sua composição é de 50 % na forma amoniacal e 50% na forma nítrica.

O DLS, apresenta-se na forma amoniacal (NH_4^+ e NH_3), também, assim como outros fertilizantes pode sofrer perdas de nitrogênio pela volatilização de amônia (NH_3) para a atmosfera, resultando na perda de eficiência da adubação desejada, porém tem bastante aproveitamento.

Convêm ressaltar que o PMS é uma característica com caráter que apresenta alta determinação pelo melhoramento genético ao qual foi desenvolvido, combinando seus ganhos com as condições de cultivo. O que pode ter influenciado esse resultado a estarem tão próximos é a uniformidade do ambiente de cultivo, as condições ambientais durante o ciclo produtivo, além da qualidade do material escolhido para multiplicar a espécie.

Para a variável produtividade média do sorgo, houve diferença significativa entre os tratamentos, com exceção dos tratamentos mistura $\frac{1}{2}$ N uréia + $\frac{1}{2}$ N NA e Nitrato de amônio que, não diferiram entre si.

O cultivo do sorgo onde a fonte nitrogenada utilizada proporcionou maior produtividade e produção foi à mistura $\frac{1}{2}$ N uréia + $\frac{1}{2}$ N NA (2.701 kg, 45 sc.ha⁻¹) seguida do Nitrato de amônio (2.680 kg.ha⁻¹, 45 sc.ha⁻¹). Seguido dos descritos acima, os tratamentos DLS (2.463 kg.ha⁻¹, 41 sc.ha⁻¹) e uréia (1.882 kg.ha⁻¹, 31 sc.ha⁻¹), e, após estes a testemunha (1.346 kg.ha⁻¹, 22 sc.ha⁻¹).

A produtividade obtida nos tratamentos do experimento foi inferior à média nacional que é de 3.057 kg.ha⁻¹, segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, disponibilizado pelo IBGE (2020). Mostra-se aí uma lacuna a ser melhorada.

O efeito do N no acréscimo de rendimento de grãos pode ser atribuído a aplicação do mineral, pois a planta apresenta maior demanda de N para sintetizar carboidratos levando a maiores rendimentos de grãos (TAIZ; ZEIGER, 2013), principalmente em condições com maior disponibilidade de chuvas, pelo fato de a umidade do solo intensificar a ação dos microorganismos e consequentemente aumentar a mineralização do N orgânico presente na matéria orgânica do solo (CANTARELLA, 2007c).

Como mais promissoras, as fontes de decomposição lenta e gradual se mostraram mais satisfatórias perante os resultados obtidos. Segundo CANTARELLA (2007) os fertilizantes de liberação lenta tem um maior aproveitamento pelas plantas, diminuindo as perdas por

lixiviação e volatilização, aumentando a eficiência da adubação para a cultura, como é o caso do NA, que está na forma que é absorvido pelas plantas, assim, prontamente disponível.

A uréia é das fontes de N a mais utilizada devido ao seu baixo custo, e, fornece adubação necessária para uma excelente produtividade, porém, possui baixa eficiência de aproveitamento de N, em decorrência de perdas por volatilização de NH_3 , fitoxidez e perdas por lixiviação conforme descrito por CANTARELLA (2007), e ainda, possui rápida liberação, comparado aos demais. Para seu melhor aproveitamento é necessário que após a aplicação ocorra uma precipitação pluviométrica. Fato que não ocorreu.

Estudos realizados por PENARIOL et al. (2003), destacam que as condições edafoclimáticas, como por exemplo a deficiência hídrica pode comprometer a produção, principalmente se, em fases de enchimento dos grãos. Assim, considera-se que, dos fatores ambientais o de maior interferência no experimento foi escassez hídrica. Ressalta-se que, a aplicação foi realizada seguindo a recomendação do manual de adubação e calagem assim.

Quanto ao custo de para aquisição, este é variável conforme a região. No município em que foi desenvolvido o trabalho, o custo pra uréia ficou em torno de R\$160,50 a saca de 50kg, R\$189,90 a saca de 25kg de NA, e, o dejetto possui o custo de R\$ 40,00 a carga de 8.000l transporte que fica em torno de R\$ 2,50 o km.

Considerando que a UPL mais próxima fica a 17,9 km do experimento, o custo para este ficou em R\$ 325,60. Para uréia R\$ 534,96, para NA R\$ 1.776,06 e para a mistura de uréia e NA R\$ 1.188,97.

O fertilizante com melhor custo benefício do experimento foi o DLS, considerando a produtividade obtida, seguido da mistura de fertilizantes, uréia, e por fim o uso de NA, que embora apresente alta produtividade, acarreta em um elevado custo com fertilizante na produção.

Considerando os resultados, sugere-se dar continuidade a estudos, avaliando a eficiência das fontes de N na cultura. Deve-se analisar de forma sistêmica todas as variáveis que possam interferir no desempenho do sorgo, tais como condições de cultivo, escolha da área, manejo, escolha de cultivar, entre outros aspectos.

Por fim, cabe ressaltar que no cultivo do sorgo granífero o produtor rural o tomador das decisões finais, logo, além de escolher a cultivar ideal para o seu cultivo, ele deve também ponderar a forma de manejo e condução, as tecnologias de produção, o clima, histórico das safras, o momento e a área destinada ao cultivo, visando atingir e superar os objetivos.

6 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos e as condições em que o experimento foi conduzido, conclui-se que:

- O sorgo submetido às diferentes fontes de nitrogênio apresentou variabilidade nos resultados.
- A escolha da fonte de fertilizante é essencial para obter um bom desempenho do cultivo, grande quantidade de massa seca, além de elevada produção e produtividade.
- A massa seca, peso de mil sementes, produtividade do sorgo são influenciados pelas fontes de adubação utilizada.
- A mistura $\frac{1}{2}$ N uréia + $\frac{1}{2}$ N NA seguido do Nitrato de amônio (NA), e DLS são respectivamente as fontes de N mais indicadas para cultivo do sorgo, conforme observado nas condições de desenvolvimento deste experimento.
- A uréia é das opções estudadas, a última a alternativa a ser recomendada para o cultivo do sorgo, conforme observado nas condições de desenvolvimento deste experimento.

7 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; CAMARGO, R. C.; SOUZA, M. F. **Extração de macronutrientes no sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 10-20, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104490/1/Extracao-macronutrientes.pdf>. Acesso em 15 de julho de 2021.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENDES, M. C. **Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, v. 4, p. 116–134, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307676521_Epoca_de_semeadura_do_sorgo_forrageiro_em_duas_localidades_do_estado_de_Minhas_Gerais/fulltext/57d9acb008ae0c0081efb956/Epoca-de-semeadura-do-sorgo-forrageiro-em-duas-localidades-do-estado-de-Minas-Gerais.pdf. Acesso em: 20 de dezembro de 2020.

ANDRADE NETO, R. C. et al. **Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/b3NbHgDyxG6bmYsTdQzVfrG/?lang=pt>. Acesso em 15 de julho de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BUENO, A, V, L.; Jobim, C, C; RIBEIRO, M, G.; OLIVEIRA, J, P.; **Método de obtenção de matéria seca e composição química de volumosos.** Cienc. anim. bras., Goiânia, v.18, 1-8, e-44913, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cab/v18/1809-6891-cab-18-e44913.pdf>. . Acesso em 22 de dezembro de 2020.

CANTARELLA, H. et al. **Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets.** Sci. Agric., 65:397-401, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162008000400011. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

CANTARELLA, H. **Uso de inibidor da urease para aumentar a eficiência da ureia.** In: IPNI – International Plant Nutrition Institute, Informações Agronômicas INPI, n. 117, p. 13, 2007a. Disponível em: <http://www.agroecologia.uema.br/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=821>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

Coelho, A. M., Waquil, J. M., Karam, D., Casela, C. R., Ribas, P. M., 2002. **Seja doutor de seu sorgo.** Potafos. Informações Agronômicas, n. 100, p. 24. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/sorgo/doutorsorgo.pdf>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

CONAB. **Boletim de grãos completo.** V. 7 - SAFRA 2020- N. 9 - Nono levantamento | JUNHO 2020 Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/25773_3bb647376d4be87c19609db735f132ff. Acesso em 22 de dezembro de 2021.

CUNHA, E.E. LIMA, J, M, P. **Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro**. R. Bras. Zootec., v.39, n.4, p.701-706, 2010. Disponível em: Acesso em 14 de dezembro de 2020.

EMBRAPA. **Cultivo do Sorgo. Sistema de produção**. ISSN 1679-012X. Jul 2015. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproucaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8301&p_r_p_-996514994_topicoId=9201. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

EMBRAPA. Milho e Sorgo - **Sistemas de Produção**, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 5ª edição Set./2009

FERREIRA, D. F. Sisvar: **a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANÇA, I, S et. al., **A importância do sorgo na pecuária bovina leiteira no Brasil**. Alimentação, forragem, bovinos. Nutritime. Vol. 14, Nº 01, jan./ fev. de 2017. Disponível em: <https://www.nutritime.com.br/site/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-412.pdf>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

IBGE. Indicadores IBGE: **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_dez.pdf. Acesso em 18 de dezembro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Banco de Dados Agropecuários - 2019**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

LARA CABEZAS, W.A.R. et al. **Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio**. R. Bras. Ci. Solo, 21:481-487, 1997a. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06831997000300018&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em 20 de dezembro de 2020.

LARA CABEZAS, W.A.R. et al. **Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluídas em sistema de plantio direto e convencional**. R. Bras. Ci. Solo, 21:489- 496, 1997b. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v21n3/19.pdf>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

MAPA. **Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco**, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/rio-grande-do-sul>. Acesso em 16 de dezembro de 2020.

MORENO, J.A. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: NOBEL 1983.

MULLET, J. E. et al. **Energy Sorghum: a genetic model for the design of C4 grass bioenergy crops**. Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 65, n. 13, p. 3479–3489, 2014.

PARRELLA, R. A. da C. et al. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/876558/desenvolvimento-de-hibridos-de-sorgo-sensiveis-ao-fotoperiodo-visando-alta-produtividade-de-biomassa>. Acesso em 15 de julho de 2021.

PAVAN, G. M et al. **Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.10, p.1161-1169, out. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v46n10/46v10a06.pdf>. Acesso em 14 de dezembro de 2020

PENARIOL FG, Fornasieri Filho D, Coicev L, Bordin L, Farinelli R. **Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.2, p.52-60, 2003. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/59>. Acesso em: 20 de dezembro de 2020

PURCINO, A. A. C., 2011. **Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos**. *Embrapa Agroenergia em Revista*, v. 2, n. 6, p. 2-52. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/901844> Acesso em 22 de dezembro de 2020.

RIBAS, P. M. **Cultivo do Sorgo**, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Versão eletrônica), 3ª ed, set. 2007. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_3_ed/importancia.htm Acesso em: ago. 2014.

RIBAS, Paulo Motta. **Cultivo do sorgo. Importância Econômica**. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27507/1/Importancia-economica.pdf>. Acesso em: 20 de dezembro de 2020.

SANS, L. M. A.; A. V. de C. de MORAIS D. P. GUIMARÃES. **Épocas de plantio de sorgo** (Comunicado Técnico) MAPA. Sete lagoas , 2003. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20031487523>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

SANTI, A.; CAMARGOS, S. L.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; SCARAMUZZA, J. F. **Deficiências de macronutrientes em sorgo**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 2, p. 228-233, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542006000200006&script=sci_abstract&tlng=pt Acesso em 22 de dezembro de 2020.

SANTOS, A.P.; TOURINO, M.C.C.; VOLPATO, C.E.S. **Qualidade de semeadura na implantação da cultura do milho por três semeadoras de plantio direto**. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.32, n.5, p.1601-1608, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n5/37.pdf>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

Tasca FA, Ernani PR, Rogeri DA, Gatiboni LC & Cassol PC (2011) **Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* , 35:493-502. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2017000300327. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

TEIXEIRA, T. P. M. **Estudo da maturação e ponto de colheita em materiais de sorgo destinados à bioenergia**. 2017. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24958898/> Acesso em 15 de julho de 2021.

TOSCAN, H et al. **Uso de Diferentes Fontes de Nitrogênio para Adubação de Cobertura na Cultura do Milho**. XII Reunião Sul Brasileira de Ciência do Solo. Xanxerê, 2018. Disponível em: <http://www.sbcs-nrs.org.br/rsbcs/docs/trab-7-2631-622.pdf>. Acesso em: 20 de dezembro de 2020.

VON PINHO, R. G.; FIORINI, I. V. A.; SANTOS, A. de O. Botânica. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014. 275 p. Disponível em http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/29087/2/TESE_Ac%C3%BAmulo%20de%20biomassa%20e%20compostos%20lignocelul%C3%B3sicos%20em%20h%C3%ADbrids%20de%20sorgo%20sens%C3%ADveis%20ao%20fotoper%C3%ADodo.pdf. Acesso em 15 de julho de 2021.