

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM FUNÇÃO
DOS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DO
GIRASSOL**

GEISIELLY PEREIRA NUNES

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2022**

MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM FUNÇÃO DOS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DO GIRASSOL

GEISELLE PEREIRA NUNES
Engenheira Agrônoma

ORIENTADOR: PROF. DR. MUNIR MAUAD

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N614m	<p data-bbox="418 1234 727 1267">Nunes, Geisielly Pereira</p> <p data-bbox="418 1312 1279 1420">Manejo da adubação nitrogenada em função dos estádios fenológicos da cultura do girassol. / Geisielly Pereira Nunes. – Dourados, 2022.</p> <p data-bbox="453 1464 970 1498">Orientador: Professor Dr. Munir Mauad</p> <p data-bbox="418 1543 1264 1610">Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p data-bbox="440 1688 1193 1722">1. Nitrogênio. 2. Fenologia. 3. <i>Helianthus annuus</i>. I. Título.</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

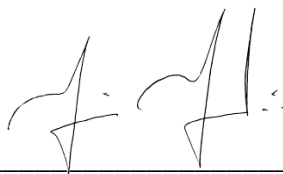
**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM FUNÇÃO DOS ESTÁDIOS
FENOLÓGICOS DA CULTURA DO GIRASSOL**

por

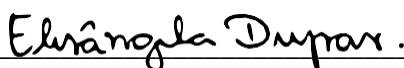
Geiselly Pereira Nunes

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: (25/08/2022).



Prof. Dr. Munir Mauad
Orientador - UFGD



Prof. Dra. Elisangela Dupas
UFGD



Prof. Dr. Francisco Eduardo Torres
UEMS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me proporcionado saúde para que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais Lisnei Pereira de Camargo e Ramão Duarte Nunes, e a minha irmã Geisianny Pereira Nunes, pelo incentivo, apoio e por sempre acreditarem em mim.

Sem vocês, nada seria possível. Amo vocês!

Ao meu orientador Prof. Dr. Munir Mauad, pelo apoio, incentivo e dedicação na realização deste trabalho, desde nosso primeiro contato via e-mail sempre esteve disposto a ajudar. Agradeço por todo conhecimento, sugestões, pelo auxílio diário durante toda condução dos experimentos. Muito obrigada, Professor Munir!

Ao Professor Dr. Elias Silva de Medeiros, pelo auxílio na estatística do trabalho.

Agradeço também, a todos os professores que me acompanharam durante as disciplinas e aos professores que auxiliaram durante a pesquisa. Ao técnico de laboratório João Machado pelo auxílio durante as análises, ao Bruno Pontin e aos funcionários de campo pelo auxílio e disponibilidade durante a condução dos experimentos.

À Universidade Federal da Grande Dourados pela disponibilidade da estrutura necessária para execução do projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa concedida durante o período da realização deste trabalho e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização do curso.

Aos meus colegas e amigos que estiveram presente nesta etapa, obrigada pelo companheirismo. A todos que de alguma maneira contribuíram direta ou indiretamente, para concretização deste trabalho, obrigada por tudo!

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÃO.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

NUNES, G. P. MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM FUNÇÃO DOS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DO GIRASSOL. 2022. 45p. Dissertação (mestrado em agronomia), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

A cultura do girassol se adapta a diferentes condições ambientais e nos últimos anos, vem se apresentando como uma alternativa de rotação e sucessão de culturas, devido a maior tolerância a condições de déficit hídrico, a menor incidência de pragas e doenças, além da ciclagem de nutrientes. Entretanto, o manejo da adubação nitrogenada é um fator limitante para seu crescimento e produção de aquênios. Dessa forma, objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo e produtivo do girassol, em função do manejo da adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológico da cultura. O experimento foi conduzido em dois períodos, na 1ª safra (2020/2021) e 2ª safra (2021). A cultivar utilizada foi a BRS 323, um híbrido simples de ciclo precoce. Os tratamentos foram constituídos de cinco épocas de aplicação do nitrogênio, sendo aplicado 60 kg ha⁻¹ de N em V0 e incorporado e nos demais tratamentos V2, V4, V6 e aos 35 dias após a emergência fez o parcelamento, sendo: 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 30 kg ha⁻¹ de N quando as plantas atingiram o estágio fenológico V2 duas folhas verdadeiras, V4 quatro folhas verdadeiras, V6 seis folhas verdadeiras e 35 dias após a emergência. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, cada unidade experimental foi composta por 5 linhas, espaçadas a 0,70 m entre si e a densidade de semeadura de 45000 plantas ha⁻¹. As variáveis avaliadas foram: número de folhas, altura de planta, florescimento, diâmetro do colmo, diâmetro do capítulo, número de aquênio por capítulo, massa de 1000 aquênios, produtividade e teor de nitrogênio. Os resultados foram submetidos à análise estatística convencional correlação e análise de componentes principais para avaliar a relação entre as variáveis e as safras em estudo. A aplicação de 100% da dose de N na semeadura, incorporada, expressa a melhor eficiência da aplicação da ureia.

Palavras chave: Nitrogênio, Fenologia, *Helianthus annuus*.

NUNES, G. P. MANAGEMENT OF NITROGEN FERTILIZATION IN FUNCTION OF PHENOLOGICAL STAGES OF SUNFLOWER CULTURE. 2022. 45p. Dissertation (Masters in Agronomy) - Federal University of Grande Dourados. Dourados, MS.

ABSTRACT

The sunflower crop to adapt to different environmental conditions, and in recent years, it has been presented as an alternative for crop rotation and succession, because of this greater tolerance to conditions of water deficit, lower number of incidence of pests and plants diseases, in addition to the cycling of nutrients. However, the management of nitrogen fertilization is a limiting factor for its sunflower growth and your achene production. Because of this, the objective was to evaluate the vegetative and productive development of sunflower, as a function of the management of nitrogen fertilization at different phenological stages of the crop. The experiment was conducted in two periods, in the 1st harvest (2020/2021) and 2nd harvest (2021). The cultivar used was BRS 323, an early cycle single hybrid. The treatments consisted of five diferents times of nitrogen application, being applied 60 kg ha⁻¹ of N in V0 and incorporated and in the other treatments V2, V4, V6 and at 35 days after emergence, the subdivision was made, being: 30 kg ha⁻¹ of N at sowing and 30 kg ha⁻¹ of N when the plants reached the phenological stage V2 with two true leaves, V4 with four true leaves, V6 with six true leaves and 35 days after emergence. The experimental design used was randomized blocks, each experimental unit consisted of 5 lines, spaced at 0.70 m from each other and the sowing density of 45000 plants ha⁻¹. The variables evaluated were: number of leaves, plant height, flowering, stem diameter, chapter diameter, number of achenes per chapter, mass 1000 achenes, productivity and nitrogen content. The results were submitted to conventional statistical analysis through correlation and principal component analysis to assess the relationship between the variables and the crops under study. The application of 100% of the dose of N in the sowing, incorporated, expresses the best efficiency of the application of urea.

Keywords: Nitrogen, Phenology, *Helianthus annuus*.

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) planta originária do Continente Americano é uma espécie herbácea, dicotiledônea com um ciclo anual. Segundo Castro e Leite (2018) está inserida dentre as espécies vegetais como opção em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de cultura em regiões produtoras de grãos, especialmente no bioma Cerrado. Isso porque seu sistema radicular favorece de forma considerável a reciclagem de nutrientes e a produção de matéria orgânica (DE ASSIS VALADÃO et al., 2020).

A cultura destaca-se, como a espécie comercial mais importante do gênero, sendo responsável pelo quarto óleo vegetal mais produzido no mundo, depois de dendê, soja e canola (SANTOS et al., 2020). No Brasil, na safra 2020/21, a estimativa de produção foi de 36,2 mil toneladas, já para safra 2021/22 estima-se em 49,9 mil toneladas, destacando-se o estado do Goiás com 31,2 mil toneladas (CONAB, 2021).

O girassol caracteriza-se por ser uma oleaginosa que apresenta ampla adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas, sendo que seu rendimento e desempenho agrônômico são características que são pouco influenciados pela latitude, altitude e fotoperíodo, podendo dessa forma, ser cultivado em diversos sistemas de produção (SOARES et al., 2015).

Diversos fatores contribuem para o desenvolvimento da cultura, dentre eles a nutrição, destacando principalmente a adubação nitrogenada sendo que o fornecimento na quantidade e momento adequado interfere na sua eficiência para o desenvolvimento e também no potencial de produtividade das plantas de girassol. Nesse contexto, para o desenvolvimento da pesquisa, foram levados em consideração os estádios fenológicos das plantas e não apenas cronológicos, já que dependendo do local de cultivo e as características edafoclimáticas podem ocorrer antecipação ou ainda atraso nas fases de desenvolvimento das plantas.

A adubação nitrogenada exerce papel fundamental na produtividade da cultura do girassol, visto que, o nitrogênio (N) desempenha importante função no metabolismo e na nutrição de plantas, sendo esse nutriente o mais limitante a produção (VASCONCELOS et al., 2015). A deficiência desse elemento causa desordens nutricionais, reduzindo significativamente o desenvolvimento das plantas, afetando o número de folhas, altura, diâmetro do caule e foliar, enquanto seu excesso ocasiona

decréscimo na porcentagem de óleo, aumento da incidência de doenças e pragas, com isso causando efeitos negativos na produtividade final de aquênios (GARCÍA-LÓPEZ et al., 2016).

Devido à dinâmica do N no solo, seja ela por lixiviação ou volatilização tem causado discussão quanto ao momento de aplicação, bem como parcelamento ou não da dose recomendada (IVANOFF et al., 2010). O ajuste do melhor momento para a aplicação de N em cobertura e se deve ser aplicado em uma, duas ou três vezes, é fundamental para o aumento de produtividade, pois a aplicação de N realizada muito cedo ou muito tarde pode ocasionar em maiores perdas e menor aproveitamento do N pelas plantas.

Para a cultura do girassol, é recomendável que o nitrogênio esteja disponível na fase de 30 dias após a emergência (DAE) até a floração, devido a diversas funções no metabolismo e na nutrição que desempenha na planta (WENNECK et al., 2019), visto que, a deficiência do nutriente na fase de diferenciação dos primórdios florais pode acarretar a redução do número de aquênios, com ação direta no diâmetro do capítulo (SCHWERZ et al., 2016).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo e produtivo do girassol, em função do manejo da adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológico da cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância e características do girassol

O girassol, planta originária da América do Norte é uma espécie herbácea, dicotiledônea pertencente da família Asteraceae. Essa planta também é conhecida como “flor do sol”, devido sua inflorescência acompanhar o movimento do sol (heliotropismo). O ciclo da cultura pode apresentar uma variação em média de 90 a 130 dias, dependendo do tipo de cultivar e das interferências de fatores ambientais (DE ASSIS VALADÃO et al., 2020).

A planta, *Helianthus annuus*, apresenta como características crescimento inicial lento, que se intensifica a partir dos 30 dias após a emergência, com sistema radicular do tipo pivotante que pode chegar a 2 m de profundidade, o caule retilíneo, sublenhoso, com altura em média de 1,0 a 2,5 m. A espécie apresenta folhas opostas (primeiros pares de folhas/fase vegetativa) e alternas (na fase reprodutiva) com número de folhas distribuídas na planta em média de 20 a 40 folhas, sua inflorescência é o capítulo onde desenvolve os aquênios (BORTOLINI et al., 2012).

A cultura do girassol acumula grandes quantidades de nutrientes, por ter um sistema radicular pivotante com raízes mais profundas, que favorece a absorção principalmente do nitrogênio que foi perdido para as camadas subsuperficiais. Entretanto, apresenta baixa taxa de exportação, ou seja, grande parte retorna ao sistema após a colheita por meio da palhada formada por folhas, caules e capítulos (CASTRO e LEITE, 2018). Além disso, é uma cultura vista como opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas em regiões produtoras de grãos, pois, apresenta características importantes como: resistência a seca, ao frio e ao calor, sendo consideradas características agrônômicas que conferem rusticidade quando comparada com maioria de espécies de cultivo econômico no Brasil (DALCHIAVON et al., 2016).

O conhecimento da fenologia de uma cultura é importante, pois o período de desenvolvimento das fases é influenciado cronologicamente por vários fatores. Dessa forma é essencial para o emprego correto de muitas práticas culturais como aplicação de adubação, aplicação de herbicidas pós-emergentes, coleta de folhas para análises de tecido e até mesmo o ponto certo de colheita (POELKING et al., 2018).

As modificações de ordem morfológica e fisiológica, em função do tempo, podem ser aliadas a outros caracteres da cultura para diferenciação entre cultivares, além de poderem ser utilizadas de maneira para facilitar o manejo e condução, desde a semeadura até a colheita. A escala fenológica para a cultura do girassol é dividida basicamente em fases vegetativa (V), iniciada pela emergência da plântula e fase reprodutiva (R), que compreende nove estádios iniciando com o surgimento do botão floral até a maturação fisiológica (Quadro 1).

QUADRO 1. Descrição dos estádios fenológicos da cultura girassol.

Estádio	Fase vegetativa
VE: (emergência)	O hipocótilo se eleva e emerge na superfície do solo juntamente com os cotilédones e ocorre o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras que deve apresentar no mínimo 4,0 cm de comprimento
VN: (n = nº de folhas)	Período referente ao aparecimento de folhas verdadeiras com o mínimo de 4,0 cm de comprimento.
Fase reprodutiva	
R1	Inflorescência circundada pela bráctea imatura está visível e apresenta muitas pontas, parecida com uma estrela.
R2	O internódio abaixo da base do botão floral alonga-se de 0,5 a 2,0 cm acima da última folha inserida no caule.
R3	O internódio imediatamente abaixo do botão reprodutivo continua a se alongar, a uma distância maior que 2,0 cm acima da última folha inserida no caule.
R4	A inflorescência começa a abrir. As flores liguladas são visíveis e, frequentemente amarelas.
R5	Caracteriza-se pelo início da antese. As flores liguladas estão completamente expandidas e todo o disco das flores está visível. Este estágio continua sendo subdividido até o R5.10, o qual apresenta 100% das flores abertas.
R6	É caracterizado pela abertura de todas as flores tubulares e as flores liguladas perderam a turgidez e estão murchando.
R7	Fase do início do desenvolvimento dos grãos. O dorso do capítulo torna-se amarelo claro.
R8	Continua o desenvolvimento dos grãos. O dorso do capítulo torna-se amarelo, porém as brácteas permanecem verdes.
R9	Fase referente a maturação dos grãos (maturação fisiológica), os quais apresentam umidade entre 30 a 32%.

Fonte: Adaptação (POELKING et al., 2018).

2.3. Histórico, dados econômicos no Mundo e no Brasil

Helianthus annuus, é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, originária das Américas, indicando sua domesticação especificamente no México e no sudoeste dos Estados Unidos, sendo por muitos anos utilizada pelos índios americanos, como fonte de alimento sendo misturadas com outros vegetais (SILVA, 2018).

No século XVI, a cultura foi introduzida Europa e Ásia, onde passou a ser utilizada como planta ornamental, medicinal e como hortaliça. Já no Brasil os primeiros relatos de cultivo foram no início do século XIX, na região Sul, o que possivelmente foi trazido pelos colonizadores europeus que consumiam as sementes torradas e fabricavam uma espécie de chá matinal (PELEGRINI, 1985).

O girassol é cultivado no mundo todo, sendo uma cultura de ciclo anual produtora de grãos e forragem com ampla adaptabilidade às diversas condições ambientais. No setor econômico vem ganhando destaque e aumentando sua produção, devido suas características agronômicas como o elevado teor de óleo presente nas sementes (SANTOS et al., 2020). Dentre os produtos e subprodutos gerados pela cultura, podemos destacar o óleo comestível, torta do girassol e silagem sendo ótima opção na alimentação animal além de ter a utilização da flor na forma ornamental (GAZZOLA et al., 2012).

Segundo os dados de produção, no mundo são destaques os seguintes países: Ucrânia (13.500 mil toneladas), Rússia (10.536 mil toneladas) e União Européia (8.300 mil toneladas) num total de 44.336 toneladas ao ano (CONAB, 2017). No Brasil, a produção de girassol na safra 20/21 foi de 36,2 toneladas, já na safra 21/22 foi de 57,1 toneladas (CONAB, 2022).

A região Centro Oeste é onde se concentra o cultivo do girassol, tendo destaque os estados do Mato Grosso e Goiás (IBGE, 2021). No Brasil o cultivo do girassol é pouco expressivo quando comparado com as outras culturas como soja, milho e algodão, sendo considerada uma cultura secundária.

2.4. Nutrição e importância do nitrogênio

Na nutrição mineral, os macronutrientes e micronutrientes são essenciais para que a planta atinja seu estágio de maturação e garanta a reprodução. Dessa forma, cada elemento mineral desempenha uma função específica no metabolismo do girassol

assegurando sua qualidade estrutural e fisiológica. A nutrição mineral é um ponto importante para a produção com um adequado manejo dos nutrientes há manutenção e aumento da produtividade não apenas em termos quantitativos, mas também qualitativos, agregando valor ao produto no mercado (GAZZOLA et al., 2012).

O nitrogênio (N) é um macronutriente, requerido em grande quantidade pelas culturas, isso porque, está presente nos aminoácidos, proteínas, DNA, RNA e entre outras estruturas celulares (GARCIAS et al., 2013). O nitrogênio para ser absorvido pelas plantas, primeiramente necessita que haja o contato do nutriente com a raiz, sendo este contato realizado pela forma de fluxo de massa, ou seja, movimento de íons junto com a água e ainda pode ocorrer a absorção por interceptação radicular e difusão.

A forma de assimilação de nitrogênio depende da forma em que ele é obtido pela planta, podendo ocorrer à absorção por fixação biológica, aminoácidos, e nas formas mais predominantes NH_4^+ (amônio) e NO_3^- (nitrato). Quando o N é fornecido na forma de nitrato (NO_3^-), a planta, primeiramente, reduz este íon para nitrito (NO_2^-) e, então, para amônio (NH_4^+), sendo este último assimilado nos compostos orgânicos (primariamente aminoácidos). Quando a planta absorve (NH_4^+), ele pode ser imediatamente assimilado em compostos orgânicos. Este amônio pode ser produzido pela planta, como ocorre na fotorrespiração e na fixação biológica de nitrogênio (TAÍZ e ZIEGER, 2017).

Segundo Cantarella et al. (2007), no Brasil, os fertilizantes nitrogenados mais utilizados são ureia, nitrato de amônio e o sulfato de amônio. Entretanto, a principal fonte de nitrogênio utilizada no Brasil é a ureia, que é um fertilizante sólido granulado com concentração de 44 a 46% de N, cuja aplicação é feita via solo, onde passa pelo processo químico de liberação e disponibilidade do elemento na solução do solo que em sequência é redirecionado para os tecidos vegetais das plantas (DAS CHAGAS et al., 2017).

A ureia apresenta diversas vantagens, dentre elas, elevados teor de nitrogênio, possui menor custo de fabricação, transporte, armazenagem, aplicação, alta solubilidade, baixa corrosividade, compatibilidade com inúmeros fertilizantes e defensivos, pronta disponibilidade para as plantas e facilidade de manipulação, além de causar menor acidificação no solo, em relação a outros fertilizantes (DAS CHAGAS et al., 2017). Entretanto, existem alguns pontos desfavoráveis de seu uso, como a alta

higroscopicidade e maior susceptibilidade à volatilização, sobretudo quando aplicado a lanço ou na superfície, ocorrendo perdas mais elevada quanto maior for a quantidade de palha no sistema devido a atividade de urease tendem a ser mais elevada potencializando a volatilização, essas perdas podem ser maiores quando aplicação de ureia é em superfície, porém podem variar em função ao teor de matéria orgânica presente no solo (CANTARELLA et al., 2007; RODRIGUES et al., 2016). Além disso, outro fator limitante é a falta de chuva para a sua incorporação (CUNA et al., 2016).

Neste contexto, o sucesso da adubação nitrogenada depende de diversos fatores como ciclo da cultura e épocas de aplicação. Para a cultura do girassol, as concentrações adequadas do nitrogênio no solo e nas plantas são importantes parâmetros, pois refletem diretamente na produção do girassol, como número e massa de aquênios, diâmetro de capítulo, fotossíntese, área foliar, produtividade e teor de óleo (ALI e NOORKA., 2013).

2.5. Nitrogênio no solo e na planta

2.5.1. No solo

O nitrogênio nos solos é considerado um dos elementos que apresenta limitação por ser muito dinâmico. Devido as plantas de girassol apresentarem alta demanda, seu manejo torna-se complexo devido aos vários fatores que afetam essa dinâmica no solo (PRADO et al., 2013). Além disso, é um elemento que apresenta relação direta com a produtividade juntamente com os demais nutrientes fósforo, enxofre e potássio (MARCHETTI e BARP, 2015).

Diversos fatores podem influenciar a absorção de N, tais como as propriedades do solo (física e química), tipo de manejo que pode interferir na exploração do sistema radicular no perfil do solo e o cultivo do girassol traz benefícios para melhorias dos atributos solo, em relação à parte física, química e microbiológica, decorrente do incremento da matéria orgânica, assim como, a decomposição das raízes deixadas após cultivo, que pode resultar em aumento da produção da cultura em sucessão (FARIA et al., 2014). Estudos desenvolvidos pela Embrapa soja demonstraram que nas áreas de cultivo de milho e soja onde realizados a rotação de cultura com o girassol, há um incremento na produtividade de 15 a 20% para o milho e 10% na produtividade da soja (EMBRAPA, 2012).

Outro aspecto que influencia na absorção são as condições climáticas e a disponibilidade de água do local, época de aplicação, do tipo de fertilizante (orgânico x químico x nítrico x amoniacal), sendo que de modo geral, a aplicação antes da fase de maior demanda resulta em maiores perdas e conseqüentemente afeta a nutrição adequada ao longo do seu ciclo de desenvolvimento (FRAZÃO et al., 2014).

O nitrogênio assimilado pelas plantas pode em partes ser perdido tanto pelo sistema radicular, exsudação, quanto pela parte aérea, por volatilização ou ainda na forma de amônio, por lixiviação devido aos compostos solúveis pela água das chuvas ou por gutação, o que pode causar uma subestimativa nas determinações da sua utilização (MOTA et al., 2015). Segundo Souza (2012) apenas parte do nitrogênio é absorvido pelas culturas, o restante é perdido para a atmosfera ou para os lençóis freáticos, causando uma série de efeitos negativos ao meio ambiente.

A perda de nitrogênio para atmosfera ocorre tanto por meio do processo de volatilização da amônia (NH_3), que é um gás produzido a partir do amônio (NH_4), quanto por meio da lixiviação de nitrato para reservatórios de água subterrânea. Além disso, existem outras maneiras de ocorrer a perda, isso porque as reações e processos que regulam a distribuição de nitrogênio no ambiente são complexas e intimamente interligadas (HAWKESFORD et al., 2012).

A volatilização da amônia é a principal forma de perda de N, que ocorre na forma de compostos gasosos em diversas situações, mostrando ser o principal fator da sua ineficiência para o uso. Condições relacionadas ao solo como o pH elevado (GALINDO et al., 2018), baixos teores de matéria orgânica e baixa capacidade de troca de cátion, contribuem para a ocorrência dessas perdas (RODRIGUES et al., 2016). Para minimizá-las faz necessária a incorporação do fertilizante no solo, mas dependendo do tipo de sistema de manejo, isso se torna uma limitação. Assim, para melhorar a eficiência da adubação nitrogenada sem realizar a incorporação, visando reduzir as perdas, pode-se fazer uso de fertilizantes estabilizados que possuem inibidores de uréase, fertilizantes de liberação lenta ou controlada e uso de compostos de baixa solubilidade (CANTARELLA et al., 2007).

A ureia é uma fonte nitrogenada altamente higroscópica, que tende a absorver umidade do ar atmosférico, e se torna mais volátil. Se a ureia for aplicada em ambiente úmido, ocorrerá a decomposição e liberação de amônio. Quando exposta as enzimas

urease presente no solo e resíduos vegetais, a ureia é hidrolisada para formar carbonato de amônio $[(\text{NH}_4)_2(\text{CO}_3)]$, o acúmulo de carbonato de amônio leva ao aumento no pH, o que favorece a perda da volatilização (NH_3) (VIEIRA, 2017). Em áreas de cultivo com solo seco, alta saturação de base, alta temperatura e a baixa umidade relativa, podem levar a maiores perdas de nitrogênio por volatilização (VIEIRA, 2017).

Além da atividade da urease, que controla a taxa de hidrólise da ureia, a intensidade da perda de amônia da ureia também é afetada pelas condições ambientais, cobertura e tipo de solo, práticas culturais e manejo do fertilizante (dose e forma de aplicação) (VILLALBA et al., 2014). A interação desses fatores determina a variabilidade na eficiência de utilização de N da ureia pelas culturas. Quando a ureia é usada na superfície de solo e com baixos teores de matéria orgânica, a fonte de ureia pode se expandir através da umidade do solo, ou seja, transportada pela água da chuva ou irrigação para camadas profundas do solo antes que se tenha concluído a hidrólise na superfície do solo. Desta forma, as perdas de N-NH_3 são reduzidas (VILLALBA et al., 2014).

Para reduzir as possíveis perdas com as adubações nitrogenadas, recomenda-se observar alguns fatores importantes como: doses a serem aplicadas; forma de aplicação; condições do solo (umidade, textura, tipo de argila, pH); condições de clima (índice pluviométrico e temperatura); condições da cultura (ciclo, variedade, capacidade de proliferação de raízes, eficiência metabólica) (TASCA et al., 2011) sendo que para aumentar a eficiência deve-se fazer incorporação adequada de acordo com o tipo de solo, cultura e fonte de N a ser aplicado, além do parcelamento da adubação.

Em função das características edafoclimáticas, as épocas de semeadura 1^a safra e 2^a safra podem variar de acordo com cada região geográfica. O cultivo na época da 2^a safra apresenta menor potencial de produtividade, e geralmente com o maior ciclo das plantas. Diversos fatores influenciam na absorção e disponibilidade de nitrogênio do solo, segundo Ahamad et al. (2014), em torno de 90% do movimento do nitrogênio no solo até as raízes das plantas é por meio do fluxo de massa. Em condições de ocorrência de déficit hídrico, ocorre à redução deste fluxo e conseqüentemente as plantas apresentam limitação na absorção deste nutriente, ocasionando perdas no rendimento de grãos.

Devido à baixa disponibilidade de água, a absorção de nitrogênio pelas plantas é reduzida pela quantidade de N presente no solo que entra em contato com as raízes, o que pode refletir em deficiência deste nutriente mesmo sendo disponibilizadas altas concentrações no solo (VASCONCELOS et al., 2016). Em virtude ao déficit hídrico, as raízes das plantas podem aprofundar continuamente no perfil do solo em busca de água. Porém, os nutrientes concentrados na camada superficial podem ficar indisponíveis para a absorção das plantas.

2.5.2. Na planta

Dentre as exigências de macronutrientes, as plantas de forma geral demandam em maior quantidade o nitrogênio, o que torna-se uma constante busca a otimização, ou seja, criar condições favoráveis para maximizar a utilização e a assimilação de nitrogênio (CADORE et al., 2016). Sua importância tem relação direta com o crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo que o nutriente desempenha importantes funções bioquímicas e fisiológicas no metabolismo vegetal (BREDEMEIER et al., 2016).

O N na planta apresenta algumas funções específicas como a síntese de clorofila, participando de forma direta no processo da fotossíntese, nos componentes das vitaminas, componentes energéticos e aminoácidos os quais formam as proteínas (FAGUNDES et al., 2007). O nitrogênio é transformado em composto orgânico, que por sua vez, acumula nos órgãos da planta e quando disponibilizado na quantidade e doses necessárias para o desenvolvimento das plantas podem resultar em melhores condições de crescimento e de desenvolvimento, tais como: no aumento da área foliar, o que permite o aumento da quantidade de radiação solar interceptada, resultando em aumento da taxa fotossintética (FAGUNDES et al., 2007).

Quando ocorre a ausência do nutriente na planta, o principal processo bioquímico afetado é a síntese proteica, provocando consequências no crescimento da planta. O sintoma comum de deficiência apresentado nas plantas é o amarelecimento ou clorose das folhas mais velhas, que decorre da inibição da síntese de clorofila, já quando ocorre o excesso de N, por estar diretamente relacionado à síntese de proteínas e ao crescimento as plantas apresentam crescimento anormal, com acúmulo de massa verde e

provável estiolamento, ainda podendo ocasionar retardo no florescimento e atraso na maturação (HAWKESFORD et al., 2012).

Durante o período vegetativo, a absorção de nitrogênio pelo girassol ocorre de maneira mais rápida quando comparado com o período reprodutivo. Dessa forma, é necessário que o nitrogênio esteja disponível para que possa acumular nos tecidos jovens, sendo de grande importância para o girassol encontrá-lo em uma forma facilmente assimilável para que possa acumular nos tecidos jovens, o período onde ocorre maior taxa de absorção de nutrientes (SILVA et al., 2011; LOBO et al., 2012).

Segundo Bonfim-Silva et al. (2013), o nitrogênio deve estar disponível para as plantas de girassol, no período de 30 DAE até a floração (fase II e IV), sendo que neste momento beneficia o índice de área foliar, produção de gemas vegetativas, teor de proteína e qualidade de grãos. No entanto o seu excesso pode gerar consequências como crescimento descontrolado, acamamento, quebra de caule, aparecimento de doenças, suscetibilidade ao ataque de fungos e insetos, alteração nos teores de proteínas e maturação tardia (MALAVOLTA et al., 1997).

2.6. Efeito de manejo do nitrogênio na cultura do girassol

Dependendo da limitação no fornecimento de N na cultura do girassol, podem ocorrer perdas de 60% na produção decorrente a deficiência nutricional. Este nutriente é difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, devido às reações químicas que ocorrem no ambiente e a mobilidade no solo e na planta, por esse motivo é necessário entender sua relação no sistema solo-planta para realizar a aplicação de fertilizantes nitrogenados (AMARAL et al., 2015). Dessa maneira, é importante compreender a relação existente no sistema, pois as cultivares apresentam respostas diferentes em função a adubação (HAN et al., 2015). Segundo Nasim et al. (2016), as maiores produtividades do girassol estão associadas a escolha adequada de cultivares adaptadas a diferentes ambientes, além da combinação do balanço nutricional presente no solo.

Silva (2018), avaliando o efeito do parcelamento da adubação nitrogenada em três cultivares de girassol (BRS 323, BRS G54 e SYN 045), verificou que o parcelamento da adubação determina maior eficiência do N, além disso, recomenda-se que a dose de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio seja aplicada 30% na semeadura e 70% aos 20

dias após a semeadura (DAS), sendo a cultivar BRS 323 que apresentou maior adaptabilidade nas condições ambientais.

Ivanoff et al. (2010) avaliaram quatro formas de aplicação do nitrogênio nos componentes de produção, sendo que os tratamentos foram uma combinação de três cultivares de girassol e quatro formas de aplicação da dose de 60 kg ha⁻¹ de N: 100% aos 20 dias após a semeadura (DAS) - (0-100-0-0); 30% na semeadura e 70% aos 20 DAS (30-70-0-0); 30% na semeadura, 30% aos 20 DAS e 40% aos 40 DAS (30-30-40-0); 20% na semeadura, 30% aos 20 DAS, 30% aos 40 DAS e 20% aos 60 DAS (20-30-30-20). Observaram que a forma de aplicação do N (30-70-0-0) foi qual determinou os melhores resultados para as variáveis do estudo (altura de plantas, diâmetro da haste, diâmetro do capítulo e a produção de aquênios), entretanto a aplicação do N (30-30-40-0) possibilitou resultados comparáveis ao tratamento (30-70-0-0) e que quando o N foi aplicado na forma (20-30-30-20) mostrou uma redução no desempenho da cultura do girassol para todas as variáveis em estudo.

Quanto ao que se refere às características morfológicas do girassol, o diâmetro do capítulo é o mais afetado pela disponibilidade de nitrogênio para as plantas. Para alguns genótipos, o aumento em pequenas doses favorece o aumento do diâmetro (THOMAZ et al., 2012). Os autores ainda ressaltam que apesar da importância do nitrogênio, altas doses não são necessárias para o desenvolvimento de características como esta citada (THOMAZ et al., 2012). O ajuste do melhor momento para a aplicação de nitrogênio na semeadura ou cobertura, aplicação total ou parcelada, é fundamental para o aumento de produtividade. Pois, aplicações realizadas muito cedo ou muito tarde podem ocasionar em maiores perdas e menor aproveitamento do N pelas plantas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2010), onde evidência que a variável diâmetro do capítulo é um dos componentes de produção mais sensíveis à presença de nitrogênio, e em pequenas doses (25 a 100 kg ha⁻¹) responde significativamente. BISCARO et al. (2008) avaliando diferentes doses de N na cultura do girassol irrigado, obtiveram resposta que até a dosagem de 44,9 kg ha⁻¹ proporcionou bom ganho no diâmetro do capítulo. Segundo Lobo et al. (2012) o diâmetro do capítulo possui relação positiva sobre número potencial de aquênios e com o aumento gradual do diâmetro aumentará o número de aquênios normais, que é componente essencial da produtividade.

Além do diâmetro do capítulo ser afetado pelo nitrogênio outras características da planta de girassol são influenciadas como é o caso do número de folhas, altura de planta e diâmetro do colmo. Fagundes et al. (2007), estudando fontes e doses de nitrogênio no cultivo de girassol cultivar Double Sungold, observaram que o aumento da dose de nitrogênio aplicado resultou em um aumento do número final de folhas, e que a partir do ponto de máxima de 24 folhas houve uma tendência à redução no número final de folhas. Além disso, a altura final de plantas também foi influenciada pelas doses de N, devido ao aumento do número de folhas e de seus respectivos entrenós. Desta forma é possível observar que o nitrogênio influencia não só a taxa de expansão, mas principalmente a divisão celular, determinando assim, a altura e o tamanho final das folhas, fazendo com que o nitrogênio seja um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, clima e solo

O experimento foi conduzido em dois períodos, na 1ª safra (2020/2021) (Figura 1) e 2ª safra (2021) (Figura 2), na área experimental pertencente da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD – localizada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, apresentando a coordenadas geográficas: latitude de 22°14' S e longitude de 54°49' W e altitude de 455 metros.



FIGURA 1. Experimento conduzido em 2020. Foto: Nunes, G. P. 2020.



FIGURA 2. Experimento conduzido em 2021. Foto: Nunes, G. P. 2021.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS et al., 2018) de textura muito argilosa (70,5% de argila) que apresentou os seguintes atributos químicos na camada de 0,0-0,20 m (Quadro 2).

QUADRO 2. Análise química do solo da área experimental amostrado na camada de (0,0 – 0,20 m) em março de 2020.

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³							
5,0	24,41	16,49	0,30	3,86	1,52	0,27	6,48	5,68	12,16
V	M	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
-----%-----									
46,71	4,54	0,47	15,50	67,50	62,10	1,30			

O clima predominante seguindo a classificação de Koppen é Am (ALVAREZ et al., 2013) com estações de inverno e verão bem definidas, com precipitação média anual de 1.428 mm e a temperatura média anual de 22,7 °C. Os dados referentes às temperaturas máximas, mínimas e precipitações pluviométricas registradas durante o período experimental, foram obtidos na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste e estão apresentados na Figura 3.

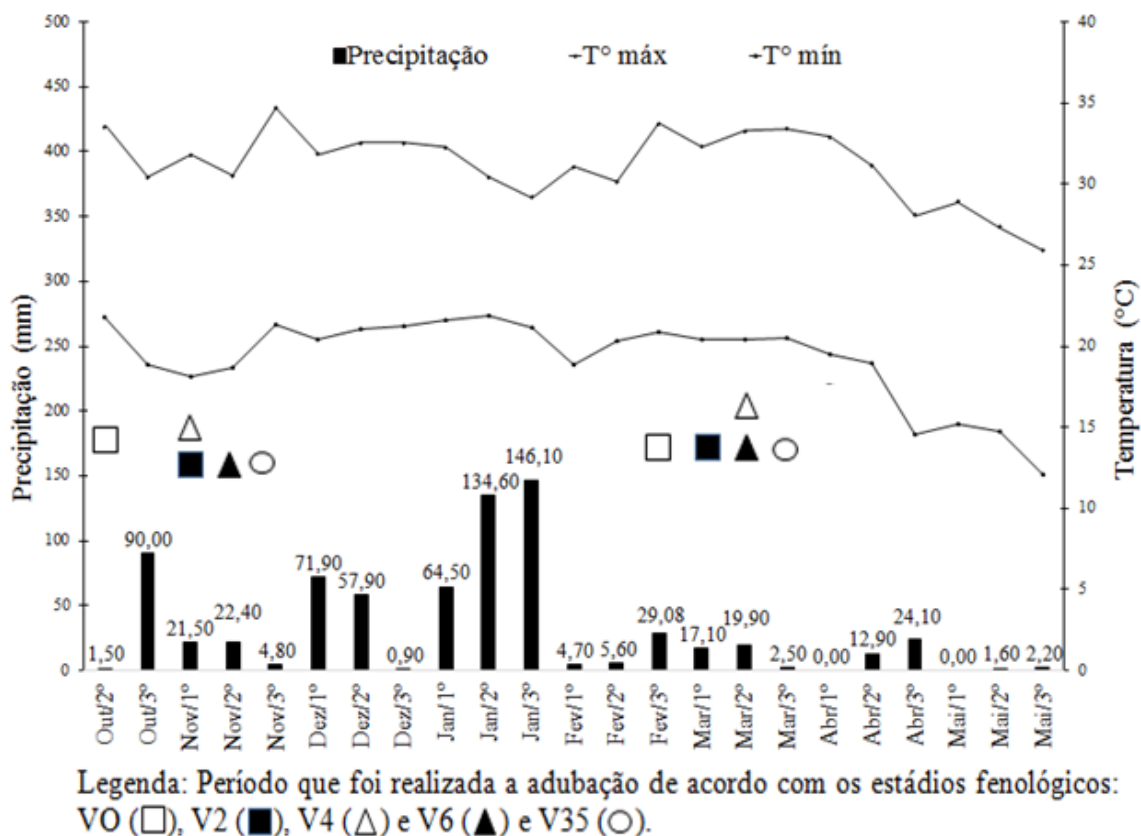


FIGURA 3. Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas em decêndios no período experimental de outubro de (2020) a maio de (2021). Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste – Dourados, MS.

3.2. Cultivar

A cultivar de girassol utilizado foi a cultivar BRS 323, um híbrido simples de ciclo precoce (80 a 98 dias), com início ao florescimento (50 a 60 dias), altura média de 1,66 a 1,90 m, massa de mil grãos de 60 a 75 gramas e teor de óleo que varia de 40 a 44% (EMBRAPA, 2014).

3.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 5 repetições na primeira safra (outubro 2020) e 4 repetições na segunda safra (fevereiro 2021).

Cada unidade experimental foi constituída por 5 linhas com 5 metros espaçadas com 0,70 m entre si. Em cada parcela foi considerado como área útil as 3 linhas centrais descartando-se 1 m de cada extremidade.

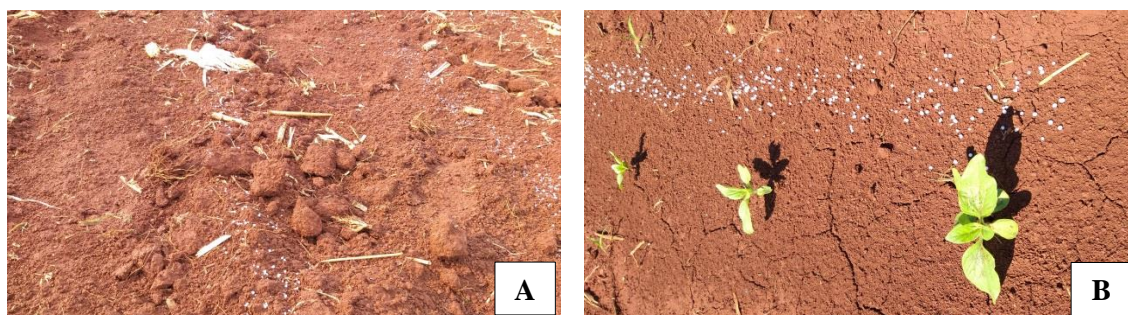
3.4. Tratamentos

Os tratamentos empregados constituíram de cinco épocas de aplicação de nitrogênio (Quadro 3) e a fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia (44% de N).

QUADRO 3. Descrição dos tratamentos e épocas de aplicação

Tratamento	Estádios fenológicos
1	100% N na sementeira em V0 - 60 kg ha ⁻¹ de N
2	50% de N na sementeira (30 kg ha ⁻¹ de N) e 50% em V2 (30 kg ha ⁻¹ N)
3	50% na sementeira (30 kg ha ⁻¹ de N) e 50% em V4 (30 kg ha ⁻¹ N)
4	50% na sementeira (30 kg ha ⁻¹ de N) e 50% em V6 (30 kg ha ⁻¹ N)
5	50% na sementeira (30 kg ha ⁻¹ de N) e 50% em 35 dias após a emergência (30 kg ha ⁻¹ N)

No tratamento V0, foram utilizados 100% de N na sementeira, 60 kg ha⁻¹ de N e nos demais tratamentos V2, V4, V6 e 35 dias após a emergência fez o parcelamento, sendo: 30 kg ha⁻¹ de N na sementeira e 30 kg ha⁻¹ N quando as plantas atingiram o estágio fenológico. A adubação nitrogenada de sementeira foi realizada em um sulco ao lado da linha de sementeira e coberto com solo, enquanto que as doses em cobertura foi feita aplicação ao lado da linha de sementeira, ou seja, em superfície quando as plantas atingiram o estágio fenológico (V2 - duas folhas verdadeiras, V4 - quatro folhas verdadeiras, V6 - seis folhas verdadeiras e aos 35 dias após a emergência). Foi considerada folha verdadeira quando essas atingiram 4 cm de comprimento (Figura 4).



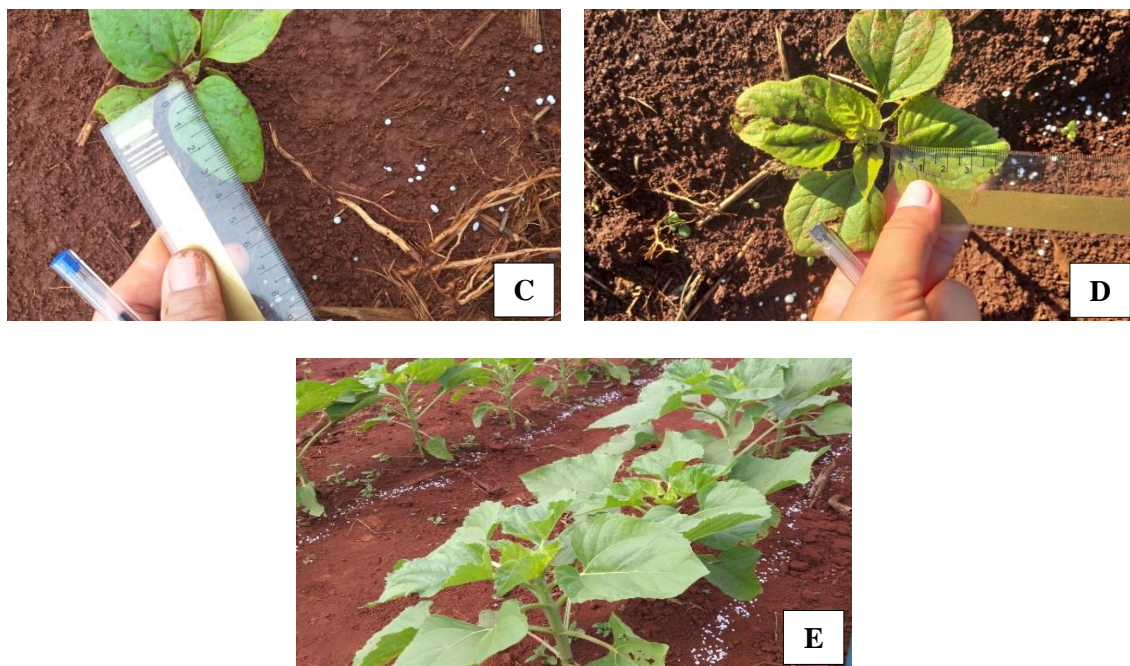


FIGURA 4. Adubação nitrogenada em função dos estádios fenológicos: A: estágio V0 (100% na sementeira); B: estágio V2 (duas folhas verdadeiras); C: estágio V4 (quatro folhas verdadeiras); D: estágio V6 (seis folhas verdadeiras) e, E: 35 DAE (trinta e cinco dias após a emergência). Foto: Nunes, G. P. 2020.

3.5. Instalação e condução do experimento

A área experimental foi anteriormente cultivada com a cultura do milho. Em seguida a área foi submetida a uma aração e duas gradagens niveladoras para destorroamento e incorporação dos restos culturais, sendo adotado o sistema convencional de manejo de solo em Latossolo Vermelho Distroférico.

A adubação foi feita seguindo a análise de solo e as recomendações técnicas para cultura, sendo realizada em área total utilizando o formulado 0-20-20, de modo a fornecer 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, após a aplicação realizou-se a incorporação e uniformização da área com grade. Na sequência foi realizada a demarcação dos sulcos para sementeira com o auxílio de um sulcador espaçado a 0,70 m entre haste.

As sementes de girassol foram tratadas com os fungicidas Standak/top na dosagem de (2,0 mL do i.a./600 g sementes), sendo a sementeira realizada no dia 19/10/2020 (1ª safra) e 24/02/2021 (2ª safra), com população esperada de 45.000 plantas ha⁻¹. A sementeira foi realizada por meio da distribuição manual das sementes na linha, sendo que a cada 0,30 m foi distribuído 3 sementes. O período entre a germinação e a emergência foi de aproximadamente cinco dias, sendo utilizada a irrigação para garantir

a germinação e emergência. Posteriormente, quando a planta atingiu o estágio de V2 realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta a cada 0,30 m.

O controle de pragas foi realizado através da aplicação de inseticidas: imidacloprido+beta-ciflutrina na dose de 1 L ha⁻¹ para controle (*Diabrotica speciosa*, *Euschistus heros* e *Nezara viridula*), tiacloprido+flupiradifurona na dose de 300 mL ha⁻¹; 750 mL ha⁻¹ respectivamente (*Bemisia tabaci*), clorantraniliprole na dose de 100 mL ha⁻¹ no controle de (*Chrysodeixis includens*). As plantas daninhas foram controladas por capina manual sempre que necessário para evitar a competição com a cultura.

A colheita foi realizada de forma manual quando os capítulos atingiram o estágio R9, e após a colheita procedeu a secagem natural, a debulha de forma manual e limpeza. A colheita do primeiro experimento ocorreu em 12/02/2021 (tendo um ciclo de 103 dias após a emergência – DAE) e o segundo em 25/05/2021 (86 DAE).

3.6. Variáveis analisadas

Para avaliação das variáveis de componentes vegetativos e de componentes de produção utilizou-se a metodologia descrita por AMORIM et al. (2008), sendo mensuradas quando as plantas atingiram o estágio R5.

Foram selecionadas e identificadas 10 plantas aleatoriamente na área útil de cada parcela. Sendo as mesmas utilizadas em todas as variáveis avaliadas. Logo após, as avaliações e quando as plantas atingiram a antese, no estágio R.5.5 os capítulos das plantas selecionadas foram cobertos com sacos de TNT (de coloração azul) até o fim do ciclo (colheita), a fim de proteger os capítulos contra ataque de pássaros.

Teor de nitrogênio: Foram coletadas 30 folhas diagnose (5ª folha abaixo do capítulo) por parcela no início da antese (florescimento - R5). O material coletado foi seco em estufa a 65°C até atingirem massa constante. Posteriormente, o material foi triturado em moinho tipo Willey e encaminhado para o laboratório para determinar o teor de nitrogênio pelo método de digestão sulfúrica e destilação Kjeldahl, conforme indicação de Malavolta et al. (1997).

➤ Componentes vegetativos

Altura de planta: Foi determinada por meio de uma fita métrica, considerando-se como altura final de planta, a distância compreendida entre a superfície do solo até a inserção central de cada capítulo.

Número de folhas: Foi determinada, contando o número de folhas total nas plantas, a partir da superfície do solo até a base do botão floral, desconsiderando as cicatrizes dos cotilédones.

Florescimento: Foi determinado contando o número de dias da emergência até o florescimento, sendo considerado florescimento, quando 50% da planta estiverem em R5.

Diâmetro do colmo: Foi determinado por meio de paquímetro digital, sendo feito a leitura do diâmetro do colmo, em ponto localizado a 10 cm acima do nível do solo.

Diâmetro do capítulo: Foi determinado nas plantas, cujo receptáculos florais se apresentaram uniformemente formado. Com auxílio de uma régua foi medido o diâmetro de cada capítulo, considerando-se como diâmetro, uma linha imaginária que se une duas extremidades.

➤ Componentes de Produção

Número de aquênio por capítulo: Após a determinação do diâmetro do capítulo, este foi manualmente debulhado. Os aquênios provenientes de cada capítulo foram contados no equipamento de grãos e dividido pelo número de capítulo para determinação do número médio de aquênio por capítulo.

Massa de 1000 aquênios: Determinado através da coleta ao acaso e da pesagem de oito amostras de 100 grãos (13% base úmida), obtido com o auxílio de uma balança digital. O peso foi proveniente dos 10 capítulos coletados na área útil da parcela, segundo Brasil (2009).

Produtividade: Foi avaliada a partir das linhas centrais de cada parcela, e os dados transformando para kg ha^{-1} .

3.7. Análise estatística

Para verificar o efeito de tratamento, foi proposta a metodologia de modelos mistos, com tratamento considerado de efeito fixo e o bloco de efeito aleatório, sendo avaliado o experimento individualmente para cada safra. Para efeito de tratamento aplicou-se o Teste F e para efeito de bloco o teste Qui-Quadrado, considerando em ambos, o nível de 5% de significância. Depois de verificado o efeito significativo ou não dos tratamentos, o próximo passo consistiu na análise multivariada.

Na análise multivariada, foi construído o banco de dados de acordo com os valores médio das variáveis em função dos tratamentos e safras. Assim, o componente foi formado pela interação Tratamento e Safra. Inicialmente aplicou o teste de Shapiro-Wilk (ROYSTON, 1995) para verificar se a distribuição Normal modelava adequadamente cada variável. Em seguida foi apresentado o gráfico de correlograma utilizado o método não paramétrico de Spearman.

Devido ao alto nível de correlação entre as nove variáveis em estudo foi proposta a análise de componentes principais (PCA). A PCA utiliza a estrutura das covariâncias para determinar as combinações lineares das variáveis originais em estudo, sendo extremamente usada quando o conjunto de dados dispõe de múltiplas variáveis que são correlacionadas entre si (FERREIRA, 2018). Algebricamente os componentes principais representam combinações lineares de p variáveis aleatórias X_1, X_2, \dots, X_p . No nosso estudo havia 9 variáveis, logo $p = 9$. Além disso, devido as variáveis apresentarem diferentes dimensões, foi proposta a padronização de cada variável, $Z = \frac{(X - \text{média})}{\text{desvio padrão}}$.

Seja o vetor aleatório $\mathbf{Z}^t = [Z_1, Z_2, \dots, Z_9]$ amostrados de uma população com covariâncias Σ , cujos autovalores são $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ e $e_{i,p}$ representam os autovetores da matriz Σ . A primeira componente principal (Y_1) é dada pela seguinte expressão:

$$Y_1 = e_{1,1}Z_1 + e_{1,2}Z_2 + \dots + e_{1,9}Z_9.$$

A percentagem da variação total explicada pela k-ésima componente principal é dada por: $\%VarExp(Y_k) = \frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \times 100$.

Todas as análises estatísticas foram conduzidas no *software R* (R Core Team, 2021), com apoio das bibliotecas *lmer* (Bates et al., 2015) para análise dos modelos misto e *factoextra* (Alboukadel e Mundt, 2020) para análise multivariada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou que para todas as variáveis estudadas houve efeito significativo entre safra e que para o manejo da adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológico não houve efeito significativo (Quadro 4). Diante disso, verificou-se os valores (p) para os efeitos de Tratamento e Bloco de acordo com o ajuste dos modelos mistos.

QUADRO 4. Resumo da análise de variância de número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro basal (DB), florescimento (FLO), diâmetro de capítulo (DC), número de aquênios (NA), massa de 1000 aquênios (MMIL), produtividade (PROD), teor nitrogênio (N) de *Helianthus annuus* em função da época de semeadura (S) em diferentes estádios fenológico (EF). Dourados – MS, UFGD, 2022.

FV	GL	Quadrado médio								
		NF	AP	DB	FLO	DC	NA	MMIL	PROD	N
S	1	600,62*	46376,10*	395,01*	1050,62*	81,79*	1740975,62*	1610,23*	35229675,79*	659,34*
EF	4	1,21 ^{ns}	27,31 ^{ns}	0,31 ^{ns}	2,46	0,19 ^{ns}	3394,03 ^{ns}	12,32 ^{ns}	47871,52 ^{ns}	9,97 ^{ns}
S x EF	4	1,18 ^{ns}	48,16 ^{ns}	2,82 ^{ns}	1,18	0,99 ^{ns}	2415,56 ^{ns}	34,75 ^{ns}	57814,96 ^{ns}	4,82 ^{ns}
Erro	30	5,49	98,98	1,90	4,02	1,73	16565,19	30,95	138530,25	9,83
Média		30,97	122,75	18,77	56,27	11,62	863,42	47,65	1588,42	23,31
C.V. (%)		7,57	8,11	7,35	3,57	11,33	14,91	11,68	23,43	13,45

*: significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade; ns: não significativo.

F.V: fator de variação; GL: grau de liberdade.

Os valores (p) para os efeitos de Tratamento e Bloco de acordo com o ajuste dos modelos mistos para as variáveis em estudo, considerando individualmente o experimento em cada Safra estão apresentados no Quadro 5. Nota-se que, quando analisada as variáveis individualmente, não houve efeito significativo de Tratamento ($P > 0,05$).

QUADRO 5. Resultado dos valores p para os efeitos de Tratamento e Bloco de acordo com o ajuste dos modelos mistos para as variáveis em estudo.

Variáveis	Safra 1		Safra 2	
	Bloco	Tratamento	Bloco	Tratamento
Núm. folhas	0,0004	0,7688 ^{ns}	0,7741	0,7952 ^{ns}
Alt. planta	0,0018	0,3659 ^{ns}	0,0124	0,3804 ^{ns}
Diâmetro colmo	0,0142	0,581 ^{ns}	0,0801	0,4768 ^{ns}
Florescimento	1,0000	0,4117 ^{ns}	1,0000	0,9762 ^{ns}
Diâmetro capítulo	0,3452	0,9095 ^{ns}	0,0001	0,4725 ^{ns}
Núm. aquênio	0,0343	0,7084 ^{ns}	0,0114	0,9074 ^{ns}
Massa	0,8192	0,4426 ^{ns}	0,0079	0,6557 ^{ns}
Produtividade	0,1260	0,6618 ^{ns}	0,0199	0,5333 ^{ns}
Teor de Nitrogênio	0,0203	0,0907 ^{ns}	0,4924	0,7151 ^{ns}

Qui-Quadrado (Bloco) ao nível de 5% de significância; ns: não significativo.

Diante disso, foi realizada a análise multivariada, para avaliar o comportamento conjunto destas variáveis. Os dados da análise descritiva das variáveis em estudo deste experimento e os resultados do valor p do teste de normalidade Shapiro-Wilk estão apresentados no Quadro 6.

QUADRO 6. Análise descritiva das variáveis em estudo discriminando a Safra e o resultado do valor p do teste de normalidade Shapiro-Wilk.

Variável	Mínimo	Média	Mediana	DP	CV	Máximo	Valor p
Alt. planta	78,000	122,750	122,500	35,679	29,067%	183,000	0,000*
Diâm. Cap.	8,500	11,620	12,150	1,885	16,223%	15,300	0,033*
Diâm. colmo	13,650	18,778	19,045	3,452	18,384%	25,050	0,008*
Florescimento	50,000	56,275	58,500	5,515	9,799%	67,000	0,000*
Massa	32,743	47,651	48,598	8,362	17,549%	63,720	0,391 ^{ns}
Teor de N	15,400	23,310	23,800	5,098	21,870%	32,200	0,008*
Núm. aquênio	383,000	863,425	882,000	240,788	27,888%	1302,000	0,083 ^{ns}
Núm. folhas	23,000	30,975	31,000	4,458	14,391%	38,000	0,019*
Produtividade	115,650	1588,424	1648,240	1010,310	63,605%	3336,180	0,001*

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; ns: não significativo, *: Significativo a 5% pelo teste Shapiro-Wilk.

Observa-se que a distribuição Normal foi adequada ($P > 0,05$) para modelagem das variáveis massa e número de aquênio. Diante disto, optou-se por utilizar o método não paramétrico de Spearman para calcular as correlações entre as variáveis.

Os dados foram submetidos a análise para avaliar a relação entre as variáveis e os anos de estudo. Análise da correlação tanto do período de primeira safra 2020, como de segunda safra 2021 estão representados na Figura 5.

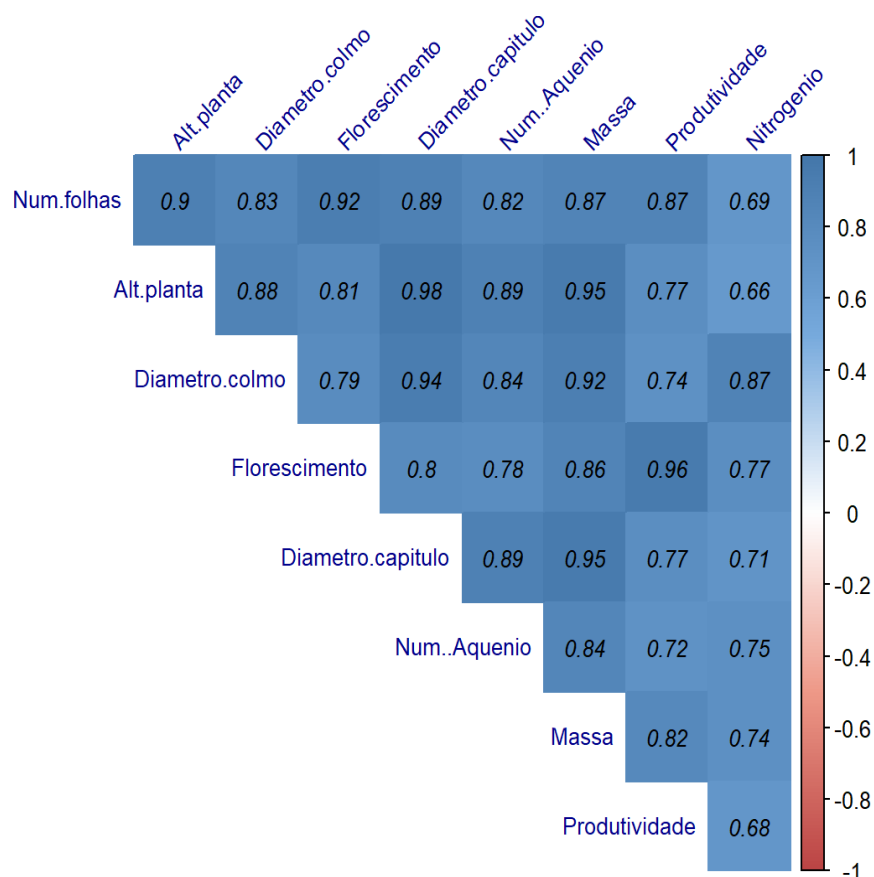


FIGURA 5. Análise de correlograma: conduzido na primeira safra 2020 e segunda safra 2021. Correlação de Spearman entre as variáveis, com correlações positivas expressas em azul.

Durante todo o experimento em ambas as épocas 1ªsafra (10/2020 a 02/2021) e 2ªsafra (02/2021 a 05/2021), os teores de nutrientes estiveram dentro da faixa de suficiência para cultura (RAIJ et al., 1990).

Observa-se que as correlações foram altas, todas as variáveis tiveram correlação forte e positiva, sendo assim, as variáveis de forma direta ou indiretamente apresentaram influência na variável produtividade, além disso, houve correlações significativas entre as demais, permitindo inferir que ocorre sistema de inter-relações entre as características de determinada variável por meio de outra característica correlacionada como é o caso da variáveis vegetativas (número de folhas, diâmetro de colmo e altura de planta) caracterizando os efeitos indiretos dos caracteres analisados sobre produtividade do girassol.

Com base nos resultados, as correlações são importantes no entendimento das relações entre a produtividade e os caracteres vegetativos e reprodutivos do girassol, mostrando dessa forma as relações, causas e efeitos sobre a cultura em estudo.

Foram observadas as altas estimativas e relação positivas do coeficiente de correlação entre o número de folhas, altura de planta ($r = 0,90$), diâmetro do colmo ($r = 0,83$), florescimento ($r = 0,92$), diâmetro do capítulo ($r = 0,89$), número de aquênios ($r = 0,82$), massa ($r = 0,87$) e produtividade ($r = 0,87$), o que pode indicar que quanto maior for a produção e distribuição de fotossintato há também maior disponibilidade de reserva, o que tornou-se disponível para a etapa de enchimento de grãos no capítulo e de forma direta evidenciando as correlação positivas entre as variáveis diâmetro do capítulo, número e massa de aquênios e produtividade. Resultados semelhantes foram encontrado por Ivanoff et al. (2010) onde as características agronômicas correlacionaram positivamente entre si.

As folhas apresentam importante papel, sendo fonte de fotossintatos, componente essencial para produção de fotoassimilados e consequente enchimento de aquênios e que sua redução em qualquer fase de crescimento da planta de girassol pode causar perdas no desempenho agrônomico (TAIZ e ZEIGER., 2017). Esta afirmação está de acordo com o que foi observado no experimento de 2ª safra, ocorrendo menor número de folhas, o que pode ter influenciado nas demais variáveis analisadas, que consequentemente apresentaram redução em seus valores.

Em condições de campo, essas perdas podem ocorrer por fatores biológicos, destacando-se os insetos desfolhadores que promovem a redução da área foliar da cultura, doenças, assim como por estresse hídrico que acelera a senescência das folhas levando a queda mais precoce.

Lima Junior et al. (2010), avaliando níveis de desfolha (0, 10, 25, 50, 75 e 100% de desfolha) em plantas de girassol, verificaram que no estágio V6, não ocorreu alteração no diâmetro de capítulos, entretanto, quando ocorreu desfolha em estágio R5.5, em níveis superiores a 10%, houve redução significativa no diâmetro de capítulos das plantas de girassol. Os autores também constataram que os diferentes níveis de desfolha alteraram o número de aquênios negativamente. Sendo assim, o número de folhas é um fator determinante para obter altas produções de aquênios, plantas de girassol (BISCARO et al., 2008). O maior número de folhas proporciona aumento da área foliar, que proporciona o incremento da taxa fotossintética, possibilitando assim o acréscimo do potencial produtivo do cultivar (SCHWERZ et al., 2020).

Dessa forma pode-se afirmar que o oposto também é verdadeiro, redução de número de folha e da área foliar pode ter associação direta e causam reduções de altura e diâmetro devido às baixas concentrações de nutrientes disponíveis para planta.

A correlação altura/diâmetro de caule foi forte e positiva ($r = 0,88$). Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho desenvolvido por Amorim et al. (2008), que ao estudar os efeitos diretos e indiretos de caracteres agronômicos observaram correlação significativa e positiva entre diâmetro de haste e altura de planta ($r = 0,84$), para os 14 genótipos de girassol avaliados.

A altura é uma característica importante da agricultura mecanizada, devendo ser uniforme para proporcionar uma colheita mecanizada adequada, sem perdas na lavoura. Plantas mais altas conseguem expressar todo seu potencial genético quanto ao número de folhas. Além disso, a altura de planta pode apresentar variações em função do cultivar e das condições climáticas, e estas condições são influenciadas pela época de semeadura.

Da mesma maneira, o diâmetro de colmo é importante quando se considera a relação altura/diâmetro, visto que as plantas devem apresentar diâmetro suficiente para conferir boa resistência ao acamamento (SILVA et al., 2012), assim como suportar o peso do capítulo. Dessa forma, possivelmente plantas que apresentem maior diâmetro do colmo evita quebra ou tombamento pela ação de intempéries, o que proporciona aumento da produtividade.

Neste contexto, com os resultados obtidos neste trabalho pode-se verificar que o diâmetro de colmo proporcionaram condições favoráveis para maior sustentação do capítulo, além da redução de perdas até o momento da colheita. Dessa forma, esses resultados corroboram com os de Biscaro et al. (2008), que relatam que ao final do ciclo do girassol, as plantas que apresentam colmos mais grossos propiciam plantas fortes e resistentes, capazes de sustentar capítulos com grande número de aquênios, pois seu bom desenvolvimento permite reduzir os riscos de quebra ou acamamento, além de facilitar o manejo e colheita.

Houve relação positiva entre as variáveis número de folhas/manejo do nitrogênio ($r= 0,69$), altura de planta/manejo do nitrogênio ($r= 0,66$), diâmetro do colmo/manejo do nitrogênio ($r= 0,87$), destacando-se a relação entre diâmetro do colmo/manejo do nitrogênio onde a relação foi mais forte, esta relação é devido a concentração de

nitrogênio na planta, ocorrendo inicialmente nas folhas e caule para depois ser translocados aos grãos. Assim, possivelmente colmos mais grossos podem servir como reserva de fotoassimilados para posterior translocação para os aquênios, isso ocorre pelo fato de que o N ser um elemento responsável pelo crescimento das plantas de girassol, além de estar diretamente relacionado com o aumento do diâmetro de colmo.

Quanto à relação diâmetro de capítulo e produtividade, verificou-se que houve correlação positiva ($r = 0,77$), as variáveis são dependentes, onde o diâmetro apresenta efeito direto sobre a produtividade. Segundo Figueiredo e Grassi Filho (2007), o diâmetro de capítulo é um componente de grande importância na comparação de cultivares de girassol, por apresentar associação positiva com a produtividade de grãos. Plantas de girassol com capítulos maiores apresentam maior espaços para o crescimento e desenvolvimento dos aquênios.

Esses resultados corroboram com Amorim et al. (2008) que relataram que o diâmetro dos capítulos correlaciona-se direta e positivamente com o rendimento de grãos, podendo inclusive, ser utilizado como parâmetro indicativo na seleção indireta, almejando novos genótipos mais produtivos. Entretanto, o diâmetro do capítulo pode ser considerado um indicador para avaliar o desenvolvimento e produtividade de plantas de girassol, embora em condições extremas de estresse possa ocasionar baixa produtividade de aquênios, mesmo que a cultura produza capítulos com elevados tamanhos (DALCHIAVON et al., 2016).

Quanto à relação altura de planta e massa de aquênios verificou-se efeito direto com a produtividade ($r = 0,77$) ($r = 0,82$) respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Nobre et al. (2018) que trabalharam com girassol no norte de Minas Gerais, e relataram ser característica que servem para prever altas produtividade da cultura. Um fator que pode explicar está no fato que as plantas mais altas apresentam, expressam todo seu potencial genético para emissão de folhas, as quais aumentam a área de interceptação de luz e com isso produzem maior quantidade de fotoassimilados, os quais são translocados para os aquênios.

Houve alta correlação entre o teor de nitrogênio em relação aos componentes vegetativos número de folhas ($r = 0,69$), altura de planta ($r = 0,66$), diâmetro do colmo ($r = 0,87$), florescimento ($r = 0,77$), diâmetro do capítulo ($r = 0,71$), e componentes de

produção número de aquênios ($r = 0,75$), massa de aquênios ($r = 0,74$) e produtividade ($r = 0,68$) da cultura do girassol na safra 2020 e segunda safra 2021.

Resultados semelhantes foram observados por Freitas et al. (2012) e Oliveira et al. (2012) em estudos com a cultura do girassol, onde observaram que o crescimento e os componentes de produção da planta são responsivos positivamente as adubações nitrogenadas. Os efeitos do fornecimento de nitrogênio no crescimento, componentes do rendimento do girassol é positivo para o aumento no número de aquênios por capítulos.

Análise de Componentes Principais

Depois de verificado o alto grau de correlação entre as variáveis, foi realizado a análise de componentes principais (Figura 6).

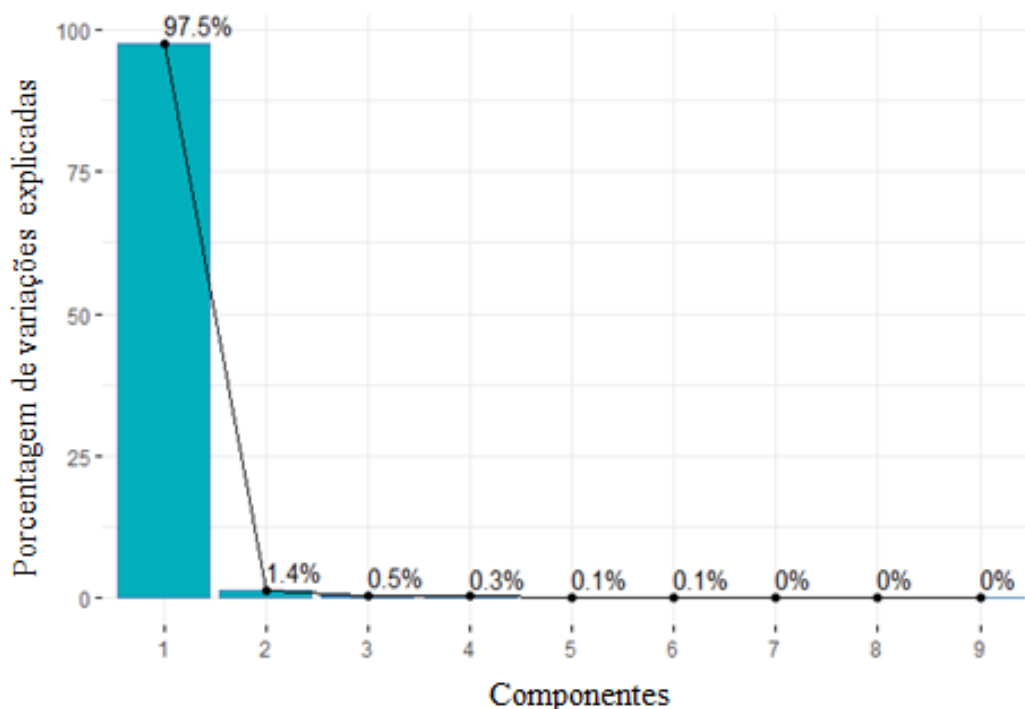


FIGURA 6. Percentual de contribuição de cada componente na análise PCA.

Nota-se na figura 6 que a primeira componente explicou 97,5% da variabilidade total do experimento. Assim, a análise com a primeira componente já é o suficiente para conclusões do estudo. Segundo Regazzi (2000) em diversas áreas de estudo, é aconselhável a utilização das componentes que atinge 70% ou mais da variabilidade do experimento.

Para verificar o comportamento de cada indivíduo (tratamento + safra) foi elaborado o gráfico Biplot (Figura 7).

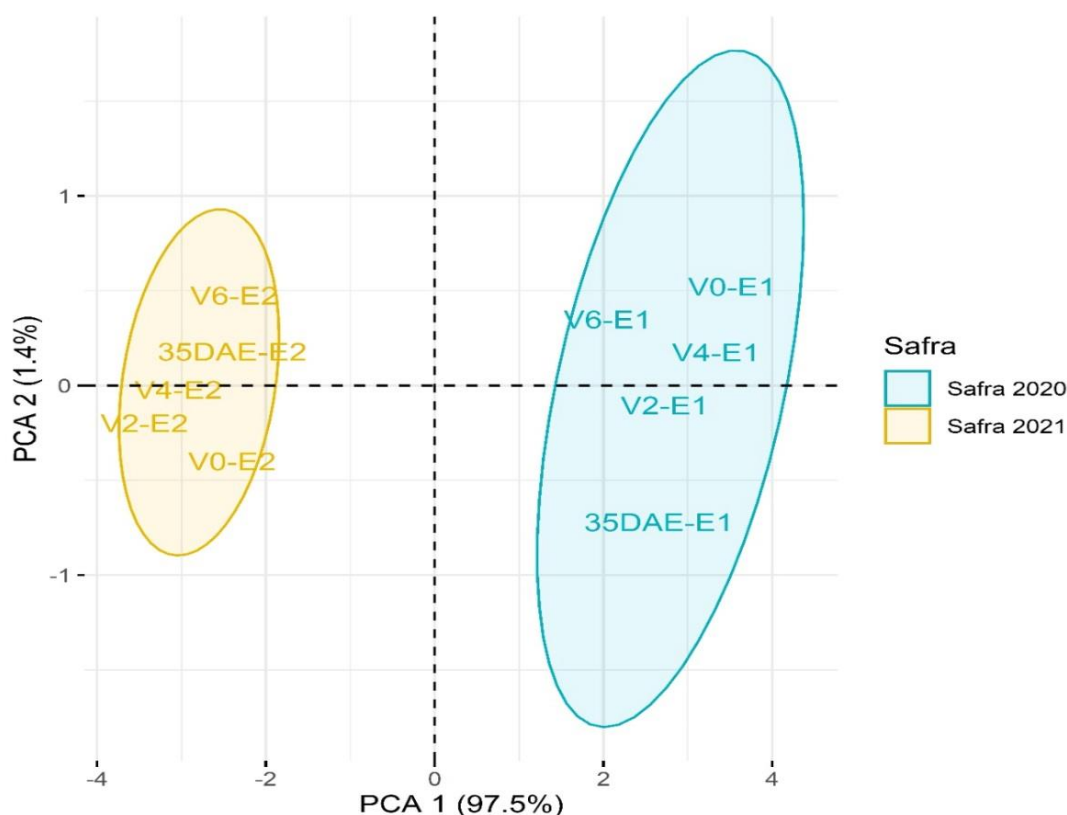


FIGURA 7. Biplot para as duas primeiras componentes principais da análise multivariada para o estudo de manejo da adubação nitrogenada em função dos estádios fenológicos do girassol.

O primeiro componente PCA 1 explica 97,5% da variabilidade dos dados, ou seja, houve alto grau de correlação entre as variáveis em estudo.

Observa-se na figura 7 que ocorre dissimilaridade entre os experimentos e não entre os tratamentos, sendo que de acordo com a figura 7 de Biplot, a safra 2020, foi a melhor e que na média os maiores valores de produtividade, teor de nitrogênio e época de florescimento foram encontrados na safra 2020, provavelmente, por conta das condições de clima durante a realização do experimento, implicando em maiores perdas do N aplicado e conseqüentemente menores produtividades.

O experimento conduzido na 1ª safra (2020) produziu os maiores índices, destacando os tratamentos V0 (aplicação da dose de nitrogênio 100% na semeadura) e V4 (50% do N na semeadura e 50% quando as plantas apresentavam quatro folhas). Estes resultados podem estar relacionados ao alto teor de umidade do solo no momento

da aplicação aliada com a precipitação pluviométrica que ocorreu na manhã do dia posterior à aplicação que deve ter reduzindo a perda de N por volatilização, sendo que quando a ureia aplicada em superfície e sem incorporação ao solo, como foi o caso do tratamento V4, possivelmente permitiu com que houvesse a incorporação da ureia no solo. Segundo Cantarella et al. (2007) quando tem água disponível no sistema diminuiu a volatilização da amônia e ainda se a água disponível for suficiente para diluir a concentração de hidroxila (OH^-) ao redor dos grânulos de ureia, que foram produzidos na reação de hidrólise proporcionar a incorporação da ureia no solo.

Já no tratamento V0, observa-se que após receber as respectivas doses foi coberto com solo, dessa forma praticamente eliminou a perda da ureia por volatilização do amônio isso ocorre porque aumentou o contato entre o fertilizante e o solo, favorecendo a adsorção de NH_4^+ formado às cargas negativas. E que possivelmente seja um fator que tenha influenciado no tratamento.

Coefficientes de cada variável na construção da primeira componente estão apresentados na Figura 8. Todos os coeficientes das nove variáveis foram positivos, mostrando que o rendimento do girassol é dependente da expressão de suas características vegetativas como a altura de planta; número de folhas; diâmetro do colmo e capítulo; como das características reprodutivas como o número de aquênios por capítulo e massa de aquênios, e que essas características interagem entre si e com o ambiente que se encontram, possibilitando desta forma expressarem todo o potencial genético do genótipo utilizado.

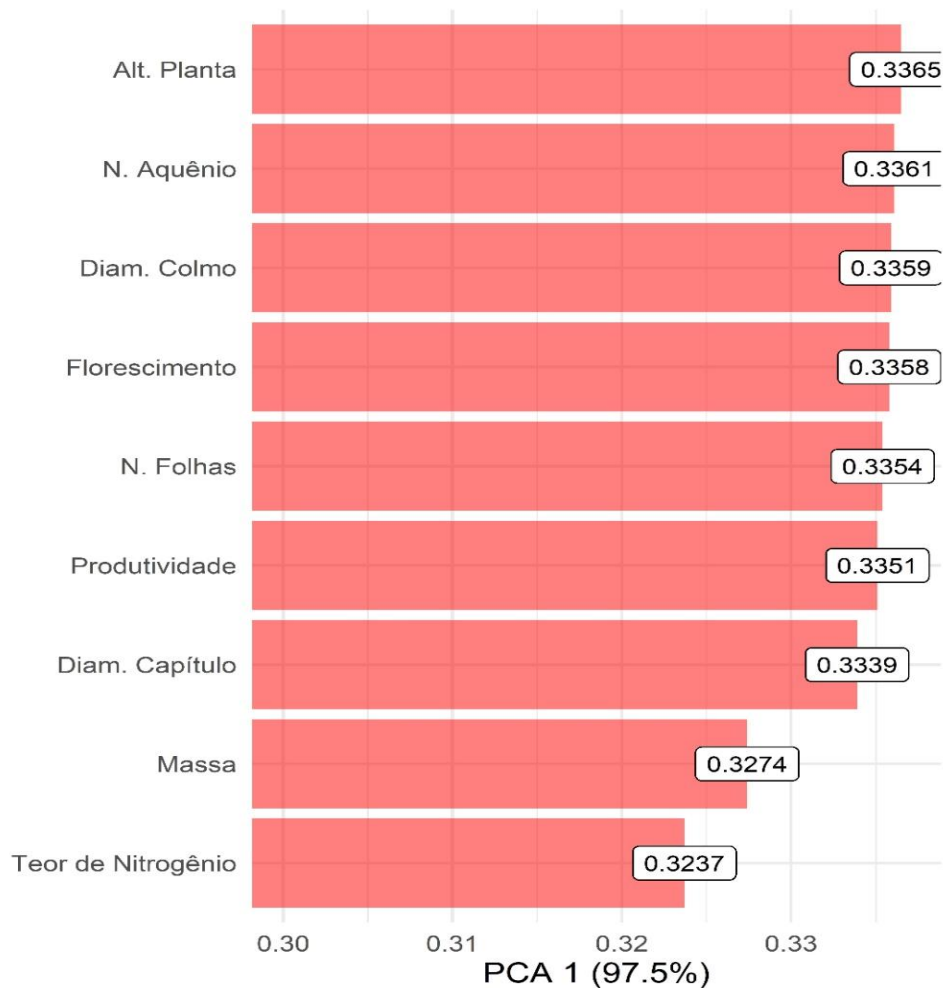


FIGURA 8. Contribuição de cada variável na primeira componente principal.

A equação do PCA mostrou pouca diferença entre os pesos que compõem a essa equação, destacando que a altura de planta apresentou maior contribuição. Este resultado pode ser uma resposta do manejo nutricional, ou seja, a adubação no momento da semeadura realizada em área total, sendo que no período de alongamento do caule possivelmente apresentou condições nutricionais favoráveis para o bom desenvolvimento da planta, possivelmente devido à disponibilidade de nutriente. Embora a característica de altura esteja ligada a fatores genéticos, o manejo e as condições ambientais podem afetar esta característica.

O PCA 1 = 0,3365 x Altura de planta + 0,3361 x Número de aquênios + 0,3359 x Diâmetro de colmo + 0,3339 x Florescimento + 0,3354 x Número de folhas + 0,3351 x Produtividade + 0,3339 x Diâmetro de capítulo + 0,3227 x Massa de aquênios + 0,3237 x Nitrogênio.

O resultado para os tratamentos/safras quando aplicado os valores médios na equação da PCA 1 são apresentados na Figura 9. Vale ressaltar que, devido a grande diferença de escala de medição entre as variáveis, neste estudo optou-se por padronizar todas as variáveis para realização das análises multivariadas.

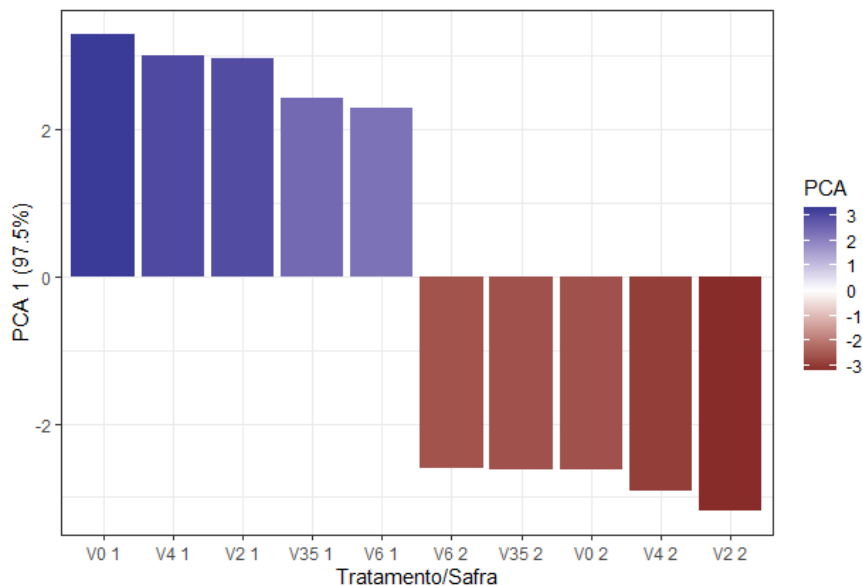


FIGURA 9. Contribuição de cada indivíduo (tratamento/safra) na primeira componente principal.

Observa-se que a 1ª safra apresentou os melhores resultados e que o tratamento V0 (aplicação da dose de nitrogênio 100% na sementeira) foi o que expressou o melhor resultado comparado com os demais tratamentos. Desta forma, o nitrogênio aplicado em dose única na linha de sementeira do girassol e incorporado torna-se uma vantagem, pois reduz perdas por volatilização, além de permite redução de custo e operações na área.

Quando a ureia é usada como fonte de N em aplicações em superfície, a perda de N-NH₃ por volatilização pode chegar a quase 80%, com a aplicação superficial no plantio direto, e 30%, no plantio convencional, além disso, quando se tem condições favoráveis à volatilização, como alta temperatura e falta de água, alta dose do adubo aplicado possivelmente resulta em maiores perdas de N-NH₃ (VILLALBA et al., 2014), já quando se faz a incorporação em, aproximadamente, 5,0-7,0 cm de profundidade no solo essas perdas de amônio reduzem, drasticamente, associada à posterior e imediata irrigação ou precipitação (CANTARELLA et al., 2007).

Segundo Rodrigues, et al. (2016) a aplicação superficial de ureia, independente da textura do solo seja um solo arenoso ou argiloso aumenta as perdas de N por volatilização de amônia, em relação à sua incorporação, apesar do manejo dos restos culturais, textura do solo, teor de matéria orgânica do solo (MOS) e da CTC do solo.

A maior produção de grãos foi na 1ª safra, sendo que nesta época de cultivo o genótipo encontrou condições ambientais menos restritivas, e expressou seu potencial produtivo, quando comparado com o de 2ª safra. Esse resultado está associado ao fato de que na 1ª safra houve uma maior e melhor distribuição de chuva durante o ciclo da cultura o que não ocorreu na 2ª safra (safrinha) (Figura 3), com semeadura realizada no final de fevereiro, ocasionando restrição na disponibilidade hídrica para as plantas de girassol, sendo os resultados obtidos inferiores ao da primeira safra.

Na segunda safra ocorreu déficit hídrico proveniente da baixa disponibilidade de chuvas no período de cultivo, impactando negativamente, ou seja, limitando o desenvolvimento e acarretando menor número de folhas, menor altura de planta e reduções na produtividade da cultura. A deficiência hídrica é um dos fatores que mais interferem na produção, pois é prejudicial nos aspectos relacionados ao desenvolvimento da planta: mudanças anatômicas, morfológicas, fisiológicas, bioquímicas sendo que os prejuízos dependem da sua severidade, duração e estágio fenológico de desenvolvimento da planta (SILVA et al., 2013).

Plantas em condições de déficit hídrico ativam mecanismos de sinalização, que devido ao déficit provoca mudanças na relação fonte e dreno (GHOLINEZHAD; SAJEDI 2012). Assim, as raízes passam a ser dreno, aumentando seu tamanho na busca de umidade num maior volume de solo. Essa mudança incrementa a massa seca nas raízes e diminui o crescimento da parte aérea, ocorre o secamento foliar, fechamento dos estômatos e a diminuição significativa da transpiração como uma forma de reduzir os gastos por perda de água (GAZZOLA et. al., 2012).

Dessa forma, quando há restrição de demanda hídrica no solo outros fatores importantes são afetados, como é o caso da nutrição mineral, destacando principalmente o nitrogênio onde a principal forma da planta absorver N é por fluxo de massa, ou seja, a água transporta este elemento até o sistema radicular. Porém, deve-se considerar que provavelmente ocorrem perdas de N no sistema seja por meio de volatilização e desnitrificação, desse modo não se pode afirmar que todo o nitrogênio fornecido para o

sistema foi necessariamente aproveitado pela planta, apesar do parcelamento das aplicações evitarem grande parte das perdas (LOBO et. al., 2012).

Silva et al. (2012) observaram que quando o girassol é submetido a déficits hídricos em seus estádios iniciais, a planta manifesta, a nível celular, perdas no turgor e, em consequência, redução no crescimento, afetando, sobretudo, a morfologia de órgãos como raízes, folhas, pecíolos, caules e capítulos. No segundo experimento, foram observadas características semelhantes, plantas com menor porte, menor número de folhas e área foliar, menor diâmetro do colmo e diâmetro de capítulos, e números de aquênios.

Para Nobre (2012) a ausência de água durante o estágio de florescimento pode fazer com que haja aborto do ovário, esterilidade do grão de pólen e diminuição do índice de área foliar, fatores que refletem na redução do número e de massa de aquênios por capítulo. Estes dados mostram que apesar do girassol apresentar tolerância ao déficit hídrico, provavelmente a menor produtividade alcançada em 2021 pode ser explicada devido ao fato de que houve uma menor disponibilidade hídrica no período inicial de crescimento e desenvolvimento sendo esta mais pronunciada no florescimento e no enchimento de aquênios, fases com maior demanda de água e nutrientes para o girassol, afetando o crescimento e desenvolvimento do híbrido BRS 323 nas condições ambientais.

Em trabalhos desenvolvidos em campo, a produtividade é considerada importante parâmetro para avaliar a eficiência nutricional das culturas anuais. Entretanto, o maior ou menor rendimento das culturas em sistemas de cultivos em sequeiros estão associados a outros fatores que são dependentes, tais como, precipitação pluvial, adubação, atributos dos solos: física e química. Para a cultura do girassol, o componente produtividade é um fator dependente da disponibilidade hídrica, tanto no que se refere a quantidade quanto pela distribuição uniforme, regular durante seu ciclo.

A limitação de água no solo proporciona diminuição no desenvolvimento das plantas de girassol, limitando o enchimento de aquênios a partir das reservas acumuladas nas folhas/ pecíolos, caule e capítulo (CASTRO e FARIAS, 2005). Afetando nos componentes de rendimento e conseqüentemente decréscimos no rendimento final.

5. CONCLUSÃO

A aplicação 100% da dose de N, ou seja, 60 kg ha⁻¹ na semeadura, incorporada, expressa a melhor eficiência da aplicação da ureia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBADI, A.; GERENDÁS, J.; SATTELMACHER, B. Efeitos da oferta de nitrogênio no crescimento, rendimento e componentes do rendimento de cártamo e girassol. **Planta e Solo**, v. 306, p. 167-180, 2008.

AHMAD, R., WARAICH, E.A, ASHRAF, M.Y, AHMAD, S., e AZIZ, T. A adubação nitrogenada aumenta a tolerância à seca em girassol? Uma revisão. **Revista de nutrição de plantas**, v. 37, n. 6, p. 942-963, 2014.

ALBOUKADEL, K.; and MUNDT, F. **Factoextra**: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7, 2020. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>>.

ALI, A.; NOORKA, I. R. Estratégia de manejo de nitrogênio e fósforo para melhor crescimento e produtividade do híbrido de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Solo e Meio Ambiente**, v. 32, n. 1, p. 44-48, 2013.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMARAL, T. A.; ANDRADE, C. L. T.; DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; Y GARCIA, A. G.; SILVA, D. F.; e HOOGENBOOM, G. Estratégias de manejo de nitrogênio para sistemas de produção de milho em pequenos produtores: Variabilidade de produtividade e lucratividade. **International Journal of Plant Production**, v. 9, n. 1, p. 75-98, 2015.

AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, T. A. Correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 307-316, 2008.

BATES, D., MÄCHLER, M., BOLKER, B., e WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1-48, 2015.

BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia – MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1366-1373, 2008.

BONFIM-SILVA, E. M.; SANTOS, A. O.; MACIEL JUNIOR, I. C.; CALISTO, J. S.; PALUDO, J. T. S.; SILVA, M. S. **Girassol como adubo verde: contribuições para o solo e comportamento à aplicação de adubos fosfatados e calagem**. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis – MT, 2013.

BORTOLINI, E.; PAIÃO, G. D.; D'ANDRÉA, M. S. C. **Cultura do girassol**, Piracicaba, 2012.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, p. 399, 2009.

BREDEMEIER, C.; VIAN, A. L.; e PIRES, J. L. F. Aplicação de nitrogênio em tempo real: modelos e aplicações. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2016.

CADORE, R.; NETTO, A. P. C.; DOS REIS, E. F.; RAGAGNIN, V. A.; FREITAS, D. S.; DE LIMA, T. P.; ROSSATO, M.; D' ABADIA, A. C. A. Híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 3, p. 399-410, 2016.

CANTARELLA, H.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, R. L. F.; CATARUTTI, R. B.; e NEVES, J. C. L. Fertilidade do Solo. **Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 375-470, 2007.

CASTIGLIORI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de Desenvolvimento da Planta de Girassol**. Londrina: Embrapa, p. 24. 1997.

CASTRO C. de, OLIVEIRA, F. A. **Nutrição e Adubação do Girassol**. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. Girassol no Brasil. Londrina, Editora EMBRAPA – SOJA, p. 317- 374, 2005.

CASTRO, C. D.; LEITE, R. D. C. Principais aspectos da produção de girassol no Brasil. **Embrapa Soja Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento** - Acompanhamento da safra brasileira: grãos. 10º levantamento – safra 2021/22. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: Agosto, 2022.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento** - Acompanhamento da safra brasileira: grãos. 2º levantamento, Novembro/21, safra 2020/21. Disponível em:< <file:///C:/Users/User/Dropbox/PC/Downloads/Girassol-Analise-Mensal-janeiro-2020.pdf>>. Acesso em: Janeiro, 2022.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2019/20, v. 4, n. 7, p. 119, 2021.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Dropbox/PC/Downloads/Girassol-Analise-Mensal-janeiro-2017.pdf>>. Acesso em: Janeiro, 2022.

CUNA, F. N.; SILVA, N. F.; RODRIGUES, C. R.; MORAIS, W. A.; LUIZ, C. Ã.; DOS SANTOS CABRAL.; L. B, e COSTA, C.; Desempenho de diferentes genótipos de milho submetidos à inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Jornal Africano de Pesquisa Agrícola**. v. 11, n. 39, p. 3853-3862, 2016.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, C. G. P. D.; AMABILE, R. F.; GODINHO, V. D. P. C.; RAMOS, N. P.; e ANSELMO, J. L. Características agronômicas e suas correlações em híbridos de girassol adaptados à segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 11, p. 1806-1812, 2016.

DALCHIAVON, F. C.; MALACARNE, B. J.; e de CARVALHO, C. G. Características agronômicas de genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) em segunda safra no Chapadão do Parecis -MT. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 178-186, 2016.

DAS CHAGAS, P. H. M., GOUVEIA, G. C. C., DA COSTA, G. G. S., BARBOSA, W. F. S., e ALVES, A. C. Volatilização de amônia em pastagem adubada com fontes nitrogenadas. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 76-80, 2017.

DE ASSIS VALADÃO, F. C., JÚNIOR, D. D. V., SANTIN, M. F. M., SCAPINELLI, A., GUIMARÃES, L. D. D., SILVA, J. L., e PAULA, V. R. R. Desenvolvimento do girassol em solo compactado com aplicação de substâncias húmicas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 93714-93727, 2020.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Cultivar de girassol BRS 323. Folder, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88715/1/folderBRS323copy.pdf>>. Acesso em: 10 Agosto 2021.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Girassol, 2012. Disponível em <<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/busca/busca/GIRASSOL?>>. Acesso em: 15 Novembro 2021.

FAGUNDES, J. D.; SANTIAGO G.; MELLO, A. M. D.; BELLÉ, R. A.; e STRECK, N. A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 987-993, 2007.

FARIA, L. A.; NASCIMENTO, C. A. C.; VENTURA, B. P.; FLORIM, G. P.; LUZ, P. H. C.; VITTI, G. C. Higroscopicidade e perdas por volatilização de amônia de fontes de nitrogênio em ureia revestida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 3, p. 942– 948, 2014.

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. 3ª edição, Lavras: Editora Ufla, p. 624, 2018.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F.; COMUNELLO, E. O clima da região de Dourados, MS. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste – Documentos (INFOTECA-E)**, 2017.

FIGUEIREDO, T.; GRASSI FILHO, L. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. **Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal**, v. 7, n. 3, p. 16-25, 2007.

FRAZÃO, J. J.; SILVA, Á. R. D.; SILVA, V. L. D.; OLIVEIRA, V. A.; E CORRÊA, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1262-1267, 2014.

FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A. DA; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R. DE; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. de. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1031-1039, 2012.

GALINDO, F. S., BUZETTI, S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., DUPAS, E., e DA CUNHA CARVALHO, F. Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 900-913, 2018.

GARCIA, G.; CARDOSO, A. A.; e SANTOS, O. A. M. D. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1468-1476, 2013.

GARCÍA-LÓPEZ, J.; LORITE, I. J.; GARCÍA-RUIZ, R.; ORDOÑEZ, R.; e DOMINGUEZ, J. Yield response of sunflower to irrigation and fertilization under semi-arid conditions. **Agricultural Water Management**, v. 176, p. 151-162, 2016.

GAZZOLA, A.; FERREIRA JUNIOR, C. T. G.; CUNHA, D. A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G. D.; PRIMIANO, I. V.; e OLIVEIRA, M. S. **A cultura do girassol**. Piracicaba: ESALQ, v. 69, 2012.

GHOLINEZHAD, E.; SAJEDI, N. Avaliação dos efeitos do estresse hídrico, diferentes doses de nitrogênio e densidade de plantas na remobilização, fotossíntese atual e produtividade de grãos em girassol var. Iroflor. **Revista Mundial de Ciências Aplicadas**, v. 19, n. 5, p. 650-658, 2012.

HAN, M.; OKAMOTO, M.; BEATTY, P. H.; ROTHSTEIN, S. J.; e GOOD, A. G. A genética da eficiência do uso do nitrogênio em plantas cultivadas. **Revisão Anual de Genética**, v. 49, n. 49, p. 269-289, 2015.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MOLLER, I.S.; e WHITE, P. Funções dos macronutrientes. In: **Nutrição mineral de plantas superiores Marschner**. Imprensa Acadêmica. p. 135-189, 2012.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/Visualizacao/periodicos/2415/epag_2021_jan.pdf. Acesso em Novembro de 2021.

IVANOFF, M. E. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SMIDERLE, O. J, E SEDIYAMA, T. Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na savana de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 319-325, 2010.

LI, W. P. SHI, HB, ZHU, K., ZHENG, Q., e XU, Z. A qualidade do óleo de semente de girassol muda em resposta ao fertilizante nitrogenado. **Revista Agronômica**, v. 109, n. 6, p. 2499-2507, 2017.

LIMA JUNIOR, I. D. S. D.; BERTONCELLO, T. F.; MELO, E. P. D; DEGRANDE, P. E.; KODAMA, C. Desfolha artificial simulando danos de pragas na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L., Asteraceae). **Revista Ceres**, v. 57, n. 1, p. 23 - 27, 2010.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H e COELHO, H. A. Efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol. **Revista Científica**, Jaboticabal, v. 40, n. 1, p. 59-68, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. **Piracicaba: Potafós**, p. 319, 1997.

MARCHETTI, M. M.; E BARP, E. A. Efeito rizosfera: a importância de bactérias fixadoras de nitrogênio para o solo/planta – revisão. **Ignis: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia da Informação**, v. 4, n. 1, p. 61-71, 2015.

MARTINELLI L.A. Os caminhos do nitrogênio - do fertilizante ao poluente, **Informações agronômicas**, v. 118, n. 6, 2007.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.2, p.512-522, 2015.

NASIM, W.; BELHOUCLETTE, H.; TARIQ, M.; FAHAD, S.; HAMMAD, H. M.; MUBEEN, M.; e ABBAS, T. Estudos de correlação do nitrogênio para a cultura do girassol com a variabilidade agroclimática. **Pesquisa em Ciência Ambiental e Poluição**, v. 23, n. 4, p. 3658-3670, 2016.

NAZARLI, H.; ZARDASHTI, M. R.; DARVISHZADEH, R.; e NAJAFI, S. Efeito do estresse hídrico e do polímero na eficiência do uso da água, produtividade e diversas características morfológicas do girassol em casa de vegetação. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 2, n. 4, p. 53-58, 2010.

NOBRE, D. A. C. **Desempenho agronômico e qualidade de sementes de diferentes genótipos de girassol, no norte de Minas Gerais**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG.

NOBRE, D. A. C.; SILVA, F. C. D. S.; GUIMARÃES, J. F. R.; RESENDE, J. C. F. D MACEDO, W. R. Análise de trilha e correlação canônica nos componentes do desempenho de girassol. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 3, p. 364-369, 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. de.; CASTRO, C. de.; OLIVEIRA, F. A. de.; LEITE, R. M. V. B. C.; RODAK, B. W. FÓSFORO NA CULTURA DE GIRASSOL. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 19, 2011, Aracaju. Anais. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011.

OLIVEIRA, J. T. DE L.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; GUEDES FILHO, D. H. Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada

e níveis de água disponível no solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v. 6, p. 23-32, 2012.

PELEGRINI, B. **Girassol: uma planta solar que das américas conquistou o Mundo**. São Paulo: Ícone, p. 117, 1985.

POELKING, V. G. C.; SANTOS, J. M. S.; PEIXOTO, C. P. **Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção**. In: PIMENTEL, L.; BORÉM, A. Girassol do plantio à colheita. Viçosa: UFV, cap.3, p. 50-78, 2018.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, F.Á.; e OLIVEIRA JÚNIOR, A. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 34-41, 2013.

R Foundation for Statistical Computing. R: A language and environment for statistical computing, **Vienna: R Core Team (2021)**, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 18 Outubro 2021.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. Índices de disponibilidade de fósforo extraível em função da calagem. **Comunicações em Ciência do Solo e Análise de Plantas**, v. 21, n. 13-16, p. 1267-1276, 1990.

RAIJ, B., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J., e FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, Boletim Técnico, 100, p 285, 1997.

REGAZZI, A. J.; CRUZ, C. D. Análise Multivariada Aplicada; Universidade Federal de Viçosa: **Editora UFV, Viçosa**, p. 401, Viçosa-MG, 2020.

RIBEIRO, J. L. Manejo da cultura do girassol no Meio-Norte do Brasil. **Embrapa Meio-Norte-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2008.

RODRIGUES, J. D. O., PARTELLI, F. L., PIRES, F. R., OLIOSI, G., ESPINDULA, M. C., e MONTE, J. A. Volatilização de amônia de ureias protegidas na cultura do cafeeiro conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 530-537, 2016.

ROYSTON, P. O teste W para normalidade. **Jornal da Royal Statistical Society. Estatística Aplicada**, v. 44, p. 547–551, 1995.

SANTOS H. G.; JACOMINE P. K.; DOS ANJOS L. H.; DE OLIVEIRA V. A.; LUMBRERAS J. F.; COELHO M. R.; ALMEIDA J. A.; ARAUJO FILHO J. C.; OLIVEIRA J. B.; CUNHA T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SANTOS, D. R.; PINHEIRO, R. A.; DA SILVA, J. E.; DE SOUSA, T. A.; e DE BARROS, R. P. Resposta do desempenho da cultura do girassol (*Helianthus annuus L.*, asteraceae) cultivados com esterco aviário em vaso. **Revista Ambientale**, v.12, n.2, p.32-39, 2020.

SCHWERZ, F.; CARON, B. O.; ELLI, E. F.; OLIVEIRA, D. M. D.; MONTEIRO, G. C.; e SOUZA, V. Q. D. Avaliação do efeito de doses e fontes de nitrogênio sobre variáveis morfológicas, interceptação de radiação e produtividade do girassol. **Revista Ceres**, v.63, n.3, p.380-386, 2016.

SCHWERZ, F.; NETO, D.D.; CARON, B.O.; NARDINI, C.; SGARBOSSA, J.; ELOY, E.; e REICHARDT, K. Biomassa e rendimento energético potencial de culturas energéticas lenhosas perenes sob espaçamento reduzido de plantio. **Energias Renováveis**, v. 153, p. 1238-1250, 2020.

SILVA, A. R. A. D.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA FILHO, C. F. D.; PEREIRA FILHO, J. V.; E FREITAS, C. A. S. D. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 86-93, 2013.

SILVA, A. R., BEZERRA, F. M., DE FREITAS, C. A., PEREIRA FILHO, J. V., ANDRADE, R. R. D., & FEITOSA, D. R. Morfologia e fitomassa do girassol cultivado com déficits hídricos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p. 959-968, 2012.

SILVA, I. C. D. Parcelamento da adubação nitrogenada em diferentes cultivares de girassol. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

SILVA, J. A. G. D.; SCHWERTNER, D. V.; CARBONERA, R.; CRESTANI, M.; GAVIRAGHI, F.; SCHIAVO, J.; ARENHARDT, E. G. Distância genética em genótipos de girassol. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 17, p. 326-337, 2011.

SOARES, L. A. D. A.; LIMA, G. S. D.; CHAVES, L. H.; XAVIER, D. A.; FERNANDES, P. D.; e GHEYI, H.R. Fitomassa e produção do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 336-342, 2015.

SOUZA, J. A. Lixiviação do nitrato e a volatilização da amônia em latossolo cultivado com café sob diferentes fontes de nitrogênio. 2012, p. 86. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa (UFV).

SOUZA, R. M. DE; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, v. 23, p. 125-133, 2010.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ªedição. Porto Alegre: Artmed, p. 719, 2017.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R., ROGERI, D. A., GATIBONI, L. C., e CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35 p. 493-502, 2011.

THOMAZ, G. L.; ZAGONEL, J.; COLASANTE, LO.; e NOGUEIRA, RR. Produção do girassol e teor de óleo nos aquênios em função da temperatura do ar, precipitação pluvial e radiação solar. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1380 - 1385, 2012.

VASCONCELOS, A. C. P. D.; SIQUEIRA, T.P.; LANA, R.M.Q.; FARIA, M.V.D.; NUNES, A.A, e LANA, Â. M.Q. Inoculação de sementes de milho com *Azospirillum* brasileiro em sementes e fertilização nitrogenada no bioma Cerrado. **Revista Ceres**. v. 63, n. 5, p. 732-740, 2016.

VASCONCELOS, D. V.; DE AZEVEDO, B. M.; FERNANDES, C. N. V.; DE OLIVEIRA PINTO, O. R.; DE ARAÚJO VIANA, T. V., e DE MESQUITA, J. B. R. Métodos de aplicação e doses de nitrogênio para a cultura do girassol. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 667-679, 2015.

VIEIRA, R. F. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. **Embrapa Meio Ambiente-Livro científico (ALICE)**, 2017.

VILLALBA, H. A. G., OTTO, R., LEITE, J. M., e TRIVELIN, P. C. O. Fertilizantes nitrogenados: novas tecnologias. **Informações Agronômicas**, v. 148, p. 12-20, 2014.

WENNECK, G. S.; SAATH, R.; DE SOUZA VOLPATO, C.; DE ARAÚJO, L. L.; e FERREIRA, S. M. Nutrientes E Biomassa No Ciclo Vegetativo Do Girassol Em Função Do Nitrogênio Em Cobertura. **Energia na Agricultura**, v. 34, n. 4, p. 573-582, 2019.