

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA**

**CULTIVO DE GIRASSOL SUBMETIDO A NÍVEIS DE REPOSIÇÃO
HÍDRICA, ADUBAÇÃO MINERAL E ORGANOMINERAL**

Autor: Gustavo Quereza de Freitas

Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares

RIO VERDE - GO

DEZEMBRO – 2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

**CULTIVO DE GIRASSOL SUBMETIDO A NÍVEIS DE REPOSIÇÃO
HÍDRICA, ADUBAÇÃO MINERAL E ORGANOMINERAL**

Autor: Gustavo Quereza de Freitas

Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares

Tese apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – Área de Concentração Produção Vegetal Sustentável do Cerrado.

RIO VERDE - GO

DEZEMBRO – 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

dG982c de Freias, gusavo quereza
CULTIVO DE GIRASSOL SUBMETIDO A NÍVEIS DE
REPOSIÇÃO HÍDRICA, ADUBAÇÃO MINERAL E ORGANOMINERAL
/ gusavo quereza de Freias; orientador Marconi
Batista Teixeira; co-orientador Frederico Antonio
Loureiro Soares. -- Rio Verde, 2019.
66 p.

Tese (em PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio
Verde, 2019.

1. Helianthus annuus. 2. reciclagem de
nutrientes. 3. macronutrientes. 4. fertilizante
mineral. 5. fertilizante organomineral. I. Batista
Teixeira, Marconi, orient. II. Antonio Loureiro
Soares, Frederico, co-orient. III. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__

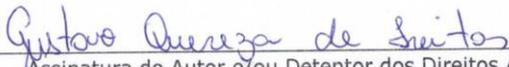
O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

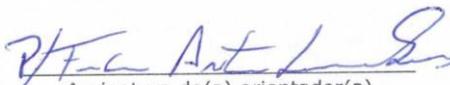
O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local _____ Rio Verde, 31/01/2020.
Data


Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA

CULTIVO DE GIRASSOL SUBMETIDO A NÍVEIS
DE REPOSIÇÃO HÍDRICA, ADUBAÇÃO MINERAL E
ORGANOMINERAL

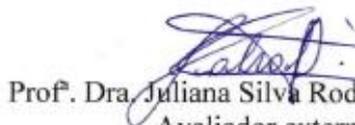
Autor: Gustavo Quereza de Freitas
Orientador: Dr. Marconi Batista Teixeira

TITULAÇÃO: Doutorado em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADO em 13 de dezembro de 2019.



Dr. Edson Cabral da Silva
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde



Prof. Dra. Juliana Silva Rodrigues Cabral
Avaliador externo
Instituto de Ensino Superior de Rio Verde



Prof. Dr. Nelmicjo Furtado da Silva
Avaliador externo
Instituto de Ensino Superior de Rio Verde



Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde



Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Presidente da banca
IF Goiano – Campus Rio Verde

DEDICO

A Deus,

Pela vida, força e sabedoria nessa nova etapa da minha vida.

OFEREÇO

À minha família,

À minha mãe, Ivanete Quereza de Freitas, que sempre me apoiou em minha formação acadêmica. À minha irmã, Jessica Quereza de Freitas, que sempre pude contar apesar da distância.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, de maneira especial, aos amigos parceiros e colegas de curso Gustavo da Silva Vieira, Fernando Nobre Cunha, Cláudio Carvalho, Nelmício Furtado da Silva, Alef Samis da Silva Costa, Alef Viana e aos colegas do Laboratório de Hidráulica e Irrigação (grupo de pesquisa AGRICE) Wilker Alves principalmente ao Fernando Rodrigues Cabral Filho e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, pelos incentivos constantes, apoio e amizade dispensados ao longo de todo curso de pós-graduação. Em especial, a minha namorada Bianca Barbosa Faria, por estar ao meu lado sempre que precisei desde o início desta caminhada, por todo carinho, atenção e compreensão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, todo pessoal envolvido (Diretoria, coordenação, secretaria etc.), ao IFGoiano – Campus Rio Verde, pela oportunidade e suporte concedido para a realização desse curso de pós-graduação e pelo desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr., Marconi Batista Teixeira, Frederico Antonio Loureiro Soares, por todo o apoio e orientação e ensinamentos ao longo da execução deste trabalho e sobretudo pela valiosa demonstração de amizade no decorrer desta caminhada.

Aos funcionários de todos Departamento da Instituição, pela atenção e colaboração nos momentos em que necessitei de auxílio para continuar nesta caminhada.

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pela concessão da bolsa de estudo, pelas verbas de auxílio financeiro ao projeto e fomento à pesquisa de maneira geral.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Gustavo Quereza de Freitas possui graduação em Licenciatura em Física com ênfase em Física Ambiental pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (2009) e mestrado em Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2012). Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, IF Goiano, Campus Rio Verde, na função de professor de Educação Básica, Técnica e Tecnológica, com dedicação exclusiva. Gustavo Quereza de Freitas foi coordenador do grupo de robótica e inovações tecnológicas na escola Unidade Integrada Sesi Senai, Rio Verde. Os interesses científicos de Gustavo Quereza de Freitas estão situados no domínio de ensino de Física e Física da matéria condensada, com especial relevância para o estudo, desenvolvimento e caracterizações de materiais supercondutores. O seu trabalho centra-se experimento em Física utilizando garrafas PET, ensino de Física através da robótica (Robôs LEGO NXT) e construções de Junções Josephson com o material Bi-Pb-Sr-Ca-Cu, tratado termicamente em fornos micro-ondas convencionais. Possui experiência na área da Física de Materiais, atuando em análises e caracterizações estruturais por meio da técnica de difração de raios-X (DRX), refinamento estrutural via Método de Rietveld, microscopia eletrônica de varredura (MEV). Em agosto de 2015, iniciou no curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, no Instituto Federal Goiano – Campus de Rio Verde - GO, sob a orientação do Professor Dr. Marconi Batista Teixeira, concluindo em dezembro de 2019.

RESUMO	8
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 Referências bibliográficas	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 CAPÍTULO I	16
RESUMO	16
NÍVEIS DE ÁGUA E DE ADUBAÇÃO NPK MINERAL E ORGANOMINERAL NO DESENVOLVIMENTO, TEOR DE CLOROFILA FOLIAR E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL	16
ABSTRACT	17
3.1 INTRODUÇÃO	18
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.2.1 Características e Localização da Área Experimental	19
3.2.2 Caracterização do Solo	19
3.2.3 Delineamento Experimental	19
3.2.4 Teste de Uniformidade	20
3.2.5 Implantação do experimento	20
3.2.6 Correção e adubação do solo	20
3.2.7 Aplicação dos tratamentos	21
3.2.8 Variáveis analisadas	22
3.2.8.1 Variáveis morfológicas	22
3.2.8.2 Teores de clorofilas	23
3.2.8.3 Matéria fresca e seca	23
3.2.9 Análises estatísticas	24
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.3.1 Parâmetros biométricos	25
3.3.1 Produção de matéria fresca e seca	36
3.4 CONCLUSÕES	38
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
4 CAPÍTULO II	41
RESUMO	41
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GIRASSOL CULTIVADO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE NPK MINERAL E ORGANOMINERAL	41

ABSTRACT	42
4.1 INTRODUÇÃO	43
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	44
4.2.1 Características e Localização da Área Experimental	44
4.2.2 Caracterização do Solo	44
4.2.3 Delineamento Experimental	44
4.2.4 Implantação do experimento	45
4.2.5 Adubação do solo	45
4.2.6 Variáveis analisadas	45
4.2.6.1 Variáveis morfológicas	45
4.2.6.2 Matéria fresca e seca	46
4.2.6.3 Produtividade	46
4.2.7 Análises estatísticas	47
4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO	47
4.3.1 Parâmetros biométricos	47
4.3.2 Acúmulo de matéria seca e água	53
4.3.3 Índices produtivos	58
4.4 CONCLUSÕES	62
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

RESUMO

Desempenho agronômico do girassol submetido a níveis de reposição hídrica e de adubação NPK mineral e organomineral

Resumo: O cultivo do girassol na segunda safra “safrinha”, na região Centro-Oeste brasileira, é uma importante estratégia econômica e ecológica para o sistema de produção, cujo conhecimento de suas necessidades hídricas e nutricionais são indispensáveis, pelas condições do clima nesta época do ano. Na primeira etapa deste estudo, objetivou-se avaliar o desempenho agronômico da cultura do girassol cultivado sob diferentes condições de disponibilidade hídrica e níveis de adubação com formulados NPK de origem mineral e organomineral aplicados na sementeira. O experimento I foi conduzido em vasos plásticos preenchidos com 30 litros de solo, coletado da camada de 0,0 a 0,2 m, de um Latossolo Vermelho distroférico, localizado em área experimental do Instituto Federal Goiano, no município de Rio Verde, Goiás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso analisado em esquema fatorial 4x4x2, com três repetições. Os tratamentos foram as combinações de quatro reposições hídricas, iguais a 50, 75, 100 e 125% da capacidade de água disponível no solo; quatro doses do formulado 04-14-08 (NPK) referentes a 50, 100, 150 e 200% da recomendação e duas fontes do formulado NPK, mineral e organomineral. As reposições hídricas foram determinadas através de lisímetros de pesagem eletrônica e a água aplicada via sistema de gotejamento superficial. A altura, o diâmetro do caule, o número de folhas, a área foliar, a clorofila *a*, clorofila *b*, a clorofila total e o índice SPAD foram avaliados aos 20, 40, 60 e 80 dias após a sementeira (DAS). O diâmetro do capítulo foi avaliado aos 60 e 80 (DAS). No momento da colheita, foram avaliados a massa fresca e seca das folhas, do caule e do capítulo. O aumento na reposição hídrica proporcionou maior altura de planta e diâmetro de caule para a cultura do girassol. As reposições hídricas de 125 e 103% proporcionaram os maiores acúmulos de matéria seca das folhas e do caule da cultura do girassol. O aumento na quantidade de NPK aplicado via fonte organomineral, reduziu o peso seco das folhas e o peso fresco do caule. Na dosagem de 50% da recomendação de NPK, a fonte organomineral mostrou-se superior à mineral, para a massa seca das folhas e massa fresca do caule. O Experimento II do presente trabalho, foi conduzido em vasos plásticos preenchidos com 30 litros de solo, coletado da camada de 0,0 a 0,2 m, de um Latossolo Vermelho distroférico, localizado em área experimental do Instituto Federal Goiano, no município de Rio Verde, Goiás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso analisado em esquema fatorial 4x2, com três

repetições. O tratamento foi feito a partir de aplicações de quatro doses do formulado 04-14-08 (NPK) referentes a 50, 100, 150 e 200% da recomendação e duas fontes do formulado NPK, mineral e organomineral. Foram efetuadas as análises das variáveis de crescimento (altura de planta, diâmetro de caule, área foliar), acúmulo de matéria seca, teor de água e produtividade aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS). O diâmetro do capítulo foi avaliado aos 90 (DAS). A fonte mineral NPK proporcionou maior eficiência em praticamente todas as variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, déficit hídrico, macronutrientes, fertilizante mineral, fertilizante organomineral, reciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

Sunflower agronomic performance affected by water replacement and mineral and organomineral NPK fertilizer rates

Abstract: Sunflower cultivation in the second crop "off-season", in the Midwest region of Brazil, is an important economic and ecological strategy for production system, whose knowledge of its water and nutritional needs are indispensable, due to the weather conditions at this time of the year. The first stage of this study aimed to evaluate the agronomic performance of sunflower cultivated under different conditions of water availability and fertilization levels with mineral and organomineral NPK formulations applied at sowing. The experiment was carried out in plastic pots filled with 30 liters of soil, collected from the 0.0 to 0.2 m layer, of a dystroferric Red Latosol, located in an experimental area of the Goiano Federal Institute, in Rio Verde, Goiás. The experimental design was a randomized complete block in a 4x4x2 factorial scheme with three replications. The treatments were the combinations of four water replacements, equal to 50, 75, 100 and 125% of the available water capacity in the soil; four doses of formulated 04-14-08 (NPK) referring to 50, 100, 150 and 200% of the recommendation and two sources of formulated NPK, mineral and organomineral. Water replacements were determined by electronic weighing lysimeters and water applied by surface drip system. Height, stem diameter, leaf number, leaf area, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and SPAD index were evaluated at 20, 40, 60 and 80 days after sowing (DAS). The inflorescence diameter was evaluated at 60 and 80 (DAS). At harvest, fresh and dry mass of leaves, stem and chapter were evaluated. The increase in water replacement provided higher plant height and stem diameter for sunflower crop. Water replacements of 125 and 103% provided the largest accumulations of leaf and stem dry matter of sunflower crop. The increase in the amount of NPK applied through the organomineral source reduced the leaves dry weight and the stem fresh weight. At the 50% dosage of NPK recommendation, the organomineral source was higher than the mineral source for leaf dry mass and stem fresh mass. The second cycle of the present work was carried out in plastic pots filled with 30 liters of soil, collected from the 0.0 to 0.2 m layer, of a dystroferric Red Latosol, located in an experimental area of the Goiano Federal Institute, in the municipality of Rio Verde, Goiás. The experimental design was a randomized complete block with a 4x2 factorial scheme with three replications. The treatment was based on four-dose applications of the formulation 04-14-08 (NPK) referring to 50, 100, 150 and 200% of the recommendation and two sources (mineral and organomineral)

of NPK formulation. Growth, dry matter accumulation, water content and yield were analyzed at 30, 60 and 90 days after sowing (DAS). The inflorescence diameter was evaluated at 90 (DAS). The NPK mineral source provided greater efficiency in practically all variables analyzed.

Key words: *Helianthus annuus*, water deficit, macronutrients, mineral fertilizer, organomineral fertilizer.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O girassol é uma cultura de ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude, longitude e fotoperíodo. Nos últimos anos, vem se apresentando como opção de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos, principalmente, após a soja na região Centro-Oeste. A maior tolerância à seca, a menor incidência de pragas e de doenças, além da ciclagem de nutrientes, principalmente potássio, são alguns dos fatores que têm possibilitado sua expansão e consolidação como cultura técnica e economicamente viável nos sistemas de produção (VIANA et al., 2018).

A maior tolerância do girassol à seca é, principalmente, pelo sistema radicular profundo que explora grande volume de solo e, conseqüentemente, absorve maior quantidade de água e nutrientes. Entretanto, o cultivo de girassol deve ser destinado às áreas que, preferencialmente, adotem práticas de manejo melhoradoras das características físicas do solo, pois o girassol é fisicamente sensível à compactação de solo e quimicamente à acidez (OLIVEIRA et al., 2014).

A partir do ano de 2008, com a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), houve acréscimo no uso do biodiesel (JUNIOR et al., 2013), cujo girassol é uma espécie vegetal com grande potencial de exploração, e que também é utilizado na alimentação humana e em rações para animais (SILVA et al., 2011; SOARES et al., 2015).

A média de produtividade mundial do girassol é de 1.300 kg ha⁻¹, com oscilações para mais ou menos, devido às condições edáficas, climáticas e agrônômicas empregadas no cultivo (VIANA et al., 2018). Em levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção nacional de girassol na safra 2018/19 foi em torno de 149,2 mil toneladas tendo aumento de 4,9 % com relação à safra de 2017/18, sendo Goiás, responsável pela segunda maior produção, 35,1 mil toneladas (CONAB, 2019).

A determinação de qual fertilizante usar na produção do girassol se faz necessária, seu sistema radicular profundo proporciona absorção de nutrientes das camadas mais profundas, ciclando grandes quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Segundo OLIVEIRA et al., 2014, para a manutenção de produtividades elevadas e economicamente viáveis, é necessária uma adequada recomendação de adubação. Com o intuito de garantir elevada produtividade e sustentabilidade da produção, tem-se utilizado a adubação organomineral, que compreende uma mistura de fertilizantes minerais e matérias orgânicas, oriundas da produção de aves, suínos e/ou bovinos, ricos em macro e micronutrientes, além de matéria orgânica (MALAQUIAS et al., 2017).

A utilização de fertilizantes organominerais tem crescido nos últimos anos, como substituição ou complementação da adubação mineral, principalmente pela redução dos custos em relação aos fertilizantes minerais, pela relativa alta concentração em nutrientes e pelos efeitos benéficos que a matéria orgânica proporciona aos solos (TIMOSSI et al., 2016). Contudo, a escolha destas fontes deve estar atrelada à eficiência em suprir NPK para as plantas e a relação custo-benefício, de forma a alterar positivamente os atributos químicos do solo. Isto tende a favorecer, ainda mais o girassol, como opção de cultura para cultivo na segunda safra, “safrinha”, alternativamente ao lugar do milho na região Centro-Oeste brasileira (SCHWERZ et al., 2015).

O girassol, mesmo sendo uma planta com alta tolerância à seca, ao frio e ao calor, com alto nível de adaptação, apresenta significativos acréscimos de produtividades, porcentagem de óleos nos grãos e massas secas, quando suas necessidades hídricas são saciadas (Iqbal et al., 2005). No período de segundo safra, geralmente, a precipitação pluvial não é suficiente para obter produtividade satisfatória, principalmente em regiões que possuem escassez de chuva e/ou irregularidade na sua distribuição ao longo do ano, como é o caso da região Centro-Oeste brasileira.

O déficit hídrico tem afetado negativamente a cultura do girassol quanto à produção de fitomassa, aquênios e óleo, assim, faz-se necessário a adoção de sistema de irrigação associado ao manejo eficiente para a obtenção de altas produtividades (OLIVEIRA et al., 2012; SOARES et al., 2015). Neste contexto, a avaliação das necessidades hídricas da cultura, de forma a determinar a quantidade de água necessária para se produzir dentro dos limites expressos pelo seu genótipo, o emprego de diferentes lâminas de irrigação é uma maneira bastante eficiente (VIANA et al., 2018).

1.1 Referências bibliográficas

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. **Observatório agrícola**, v.6, n.4, 2019.

IQBAL, N.; ASHRAF, M.; ASHRAF, M. Y.; AZAM, F. Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. **International Journal of Biology and Biotechnology**, v.2, p.765-771, 2005.

JUNIOR, E. G. C.; MEDEIROS, J. F.; MELO, T. K.; ESPINOLA SOBRINHO, J.; BRISTOT, G.; ALMEIDA, B. M. Necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.3, p.261-267, 2013.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v.11, n.5, p.501-512, 2017.

OLIVEIRA, A. P. et al. Rendimento de maxixe em solo arenoso em função de doses de esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1130-1135, 2014.

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**, v.6, p.23-32, 2012.

SCHWERZ, T.; JAKELAITIS, A.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; TAVARES, C. J. Produção de girassol cultivado após soja, milho e capim-marandu, com e sem irrigação suplementar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.5, p.470-475, 2015.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. C. M.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.57-64, 2011.

SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S. de; CHAVES, L. H. G.; XAVIER, D. A.; FERNANDES, P. D.; 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**, Campina Grande, PB, v.19, n.4, p.336-342, 2015.

TIMOSSI, P. C.; JUNIOR H. I.; LIMA S. F.; CASTRO R.; ALMEIDA D. P. Adubação antecipada com fertilizantes orgânico e mineral associado à crotalarias na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 3, 2016.

VIANA, E. P. T.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G.; SOUZA, J. A. de. Ontogênese e produção de girassol submetido a diferentes regimes de irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.1, p.2305 - 2314, 2018.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Objetivou-se, no presente estudo, avaliar o crescimento e a produtividade da cultura do girassol submetida aos diferentes níveis de adubações com NPK de origem mineral e organomineral, sob diferentes condições de disponibilidade hídrica.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o comportamento morfológico do girassol através da mensuração de variáveis como altura de planta, diâmetro de colmo, número de folhas, área foliar, clorofila, matéria fresca e seca em resposta a diferentes níveis de irrigação;
- Avaliar o comportamento morfológico do girassol através da mensuração de variáveis como altura de planta, diâmetro de colmo, número de folhas, área foliar e produtividade em resposta a diferentes dosagens de fertilizantes minerais e organominerais;
- Estimar os efeitos da adubação com fertilizantes minerais e organominerais em diferentes dosagens, nos teores de clorofilas nas folhas do girassol;
- Estimar os resultados da adubação com fertilizantes minerais e organominerais em diferentes dosagens na produção de matéria fresca, seca e de grãos do girassol.

3 CAPÍTULO I

RESUMO

NÍVEIS DE REPOSIÇÃO HÍDRICA E ADUBAÇÃO MINERAL E ORGANOMINERAL NO CRESCIMENTO NA CULTURA DO GIRASSOL

Resumo: O cultivo do girassol na segunda safra “safrinha”, na região Centro-Oeste brasileira, é uma importante estratégia econômica e ecológica para o sistema de produção, cujo conhecimento de suas necessidades hídricas e nutricionais são indispensáveis, devido às condições de clima nesta época do ano. Objetivou-se no presente estudo avaliar o efeito de diferentes condições de disponibilidade hídrica associadas aos níveis de adubação com formulados NPK de origem mineral e organomineral aplicados na semeadura. O experimento foi conduzido em vasos plásticos preenchidos com 30 litros de solo, coletado da camada de 0,0 a 0,2 m, de um Latossolo Vermelho distroférico, localizado em área experimental do Instituto Federal Goiano, no município de Rio Verde, Goiás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso analisado em esquema fatorial 4x4x2, com três repetições. Os tratamentos foram as combinações de quatro reposições hídricas, iguais a 50, 75, 100 e 125% da capacidade de água disponível no solo; quatro doses do formulado 04-14-08 (NPK) referentes a 50, 100, 150 e 200% da recomendação e duas fontes do formulado NPK, mineral e organomineral. As reposições hídricas foram determinadas através de lisímetros de pesagem eletrônica e água aplicada via sistema de gotejamento superficial. A altura, o diâmetro do caule, o número de folhas, a área foliar, a clorofila *a*, clorofila *b*, a clorofila total e o índice SPAD foram avaliados aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS). O diâmetro do capítulo foi avaliado aos 60 e 80 DAS. No momento da colheita, foram avaliados a massa fresca e seca das folhas, do caule e do capítulo. O aumento na reposição hídrica proporcionou maior altura de planta e diâmetro de caule para a cultura do girassol. As reposições hídricas de 125 e 103% proporcionaram os maiores acúmulos de matéria seca das folhas e do caule, da cultura do girassol. O aumento na quantidade de NPK aplicada, via fonte organomineral, reduziu o peso seco das folhas e o peso fresco do caule. Na dosagem de 50% da recomendação de NPK, a fonte organomineral mostrou-se superior à mineral, para o massa seca das folhas e massa fresca do caule.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, déficit hídrico, macronutrientes, fertilizante mineral, fertilizante organomineral.

ABSTRACT

WATER REPLACEMENT LEVELS AND MINERAL AND ORGANOMINERAL FERTILIZATION IN SUNFLOWER CROP GROWTH

Abstract: Sunflower grown in the second crop in the Brazilian Midwest region is an important economic and ecological strategy for production system, whose knowledge of its water and nutritional needs are indispensable due to the climatic conditions at this time of year. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of the sunflower crop grown under different conditions of hydric availability, fertilization rates with mineral and organomineral NPK formulations sources, applied at sowing. The experiment was carried out in plastic pots filled with 30 liters of soil, collected from 0.0 to 0.2 m layer of a dystroferic Red Latosol (Oxisol), located in experimental area of the Goiano Federal Institute, in Rio Verde, Goias, Brazil. The experimental design was a randomized block with a 4x4x2 factorial scheme, with three replicates. The treatments were the combinations of four water replacement, equal to 50, 75, 100 and 125% of the available water capacity in the soil; four formulations of the 04-14-08 (NPK) for 50, 100, 150 and 200% of the recommendation and two sources (mineral and organomineral) of NPK formulation. The water replacements were determined through electronic weighing lysimeters and the water applied by the surface drip system. The height, stem diameter, number of leaves, leaf area, chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, total chlorophyll and SPAD index were evaluated at 20, 40, 60 and 80 days after sowing (DAS). The inflorescence diameter was evaluated at 60 and 80 DAS. At the time of harvest, there were evaluated the fresh and dry matter of leaves, stem and inflorescence. The increase in water replacements provided the highest plant height and stem diameter for sunflower crop. Water replenishment of 125 and 103% provided the highest dry matter accumulation of leaves and stem of sunflower crop. The increase in the amount of NPK applied, through an organomineral source, reduced the dry weight of the leaves and the fresh weight of the stem. At the 50% of the dose of the NPK recommendation, the organomineral source is superior to the mineral source, for the dry weight of the leaves and fresh weight of the stem.

Key words: *Helianthus annuus*, water deficit, macronutrients, mineral fertilizer, organomineral fertilizer.

3.1 INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural que tem se tornado cada vez mais escasso e de difícil acesso em várias partes do mundo. No planeta, a cada três pessoas uma não tem acesso à água potável, segundo dados da UNICEF (2019). Os estudos para desenvolver novas formas e aperfeiçoar formas existentes de se aproveitar ao máximo a água utilizada para irrigação vem se tornando um desafio crescente. A busca de novas tecnologias que proporcionam a máxima eficiência da utilização de água na irrigação com o máximo desenvolvimento das culturas consiste em importante desafio para a comunidade científica, principalmente em regiões nas quais a água é fator limitante (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

A quantidade de água utilizada para irrigação depende de vários fatores, dentre eles o tipo de solo, para a cultura a ser manejada e as condições climáticas da região. Determinar a lâmina adequada para o desenvolvimento da planta que proporcione elevada produtividade e conhecer as respostas das plantas à lâmina aplicada é de grande importância nos dias atuais. Quando uma planta é submetida ao déficit hídrico, diversas funções metabólicas são alteradas. Uma menor quantidade de água disponível para as plantas acarreta no fechamento estomático, ocorre redução das taxas de crescimento e desenvolvimento das folhagens. Este fechamento estomático como defesa das plantas para reduzir as perdas por evaporação, porém afeta também, a absorção do CO₂ reduzindo a fotossíntese (WINTER, 1984).

A adubação é outro fator importante para o desenvolvimento da cultura do girassol. Os principais nutrientes que as culturas necessitam em maiores quantidades são o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (COELHO, 2006). Os fertilizantes minerais nutrem a planta, porém não melhoram as propriedades físicas do solo (RABELO, 2015). Na agricultura, a dinâmica da matéria orgânica (MO) pode ser influenciada pela adição de fertilizantes minerais e materiais orgânicos, que influenciam positivamente no solo (LEITE et al., 2003).

Segundo Santos et al. (2013), a utilização de adubação organomineral na produção de girassol, com exceção de número de aquênios por capítulo, acarretou aumento na massa de capítulo do girassol com 34,08% em relação ao tratamento que não foi adubado. Segundo os autores, este aumento deve-se, provavelmente, à liberação dos nutrientes pelo adubo organomineral.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de água associados aos níveis de adubação com formulados NPK de origem mineral e organomineral aplicados na cultura do girassol.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Características e Localização da Área Experimental

O experimento foi conduzido em vasos plásticos de 30 litros sob ambiente protegido, localizado em área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, cujo clima é Aw segundo classificação de Köppen e Geiger (1928), com inverno seco e verão chuvoso, temperatura média anual entre 20 e 30°C e média pluviométrica anual acima de 1500 mm.

3.2.2 Caracterização do Solo

O solo utilizado para o preenchimento dos vasos foi coletado da camada de 0 a 0,2 m de profundidade de um Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), argiloso, fase Cerrado (SANTOS et al., 2018), em uma área que apresenta histórico de 10 anos cultivada com pastagem e cultura anuais. O solo foi adicionado em unidades experimentais compostas por vasos plásticos de 30 L.

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo utilizado para preenchimento dos vasos, Rio Verde – GO, 2018.

Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	K	K	S	P	CaCl ₂
----- cmol _c dm ⁻³ -----					----- mg dm ⁻³ -----			pH	
0,94	0,86	1,8	0,03	2,39	0,32	126	5,0	1,09	5,2
Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	CTC	SB	V%	m%
----- Micronutrientes (mg dm ⁻³) -----						cmol _c dm ⁻³		Sat. Bases Sat. Al	
1,0	21,4	22,52	4,25	1,13	0,09	4,51	2,12	47	1,4
Textura (g kg ⁻¹)			M.O.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
Argila	Silte	Areia	g dm ⁻³	----- Relação entre bases -----					
450	80	470	36,3	1,1	2,9	2,7	20,84	19,07	7,10

P (Mel), K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn = Melich 1; Ca, Mg, e Al = KCl 1N; S = Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc; M.O. = Método colorimétrico; B = BaCl₂.

3.2.3 Delineamento Experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) analisado em esquema fatorial 4x4x2, com três repetições. Os tratamentos foram a combinação de quatro níveis de reposições hídricas (RH) iguais a 50, 75, 100 e 125% da capacidade de água disponível

no solo, com quatro doses (D) do formulado 04-14-08 (NPK) referentes a 50, 100, 150 e 200% da recomendação, que correspondem, 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 180 kg ha⁻¹ de fosforo e 40 kg ha⁻¹ de potássio, para a cultura do girassol, segundo Sousa e Lobato (2004), e duas fontes (F) do formulado NPK, mineral e organomineral, este produzido pela empresa Minoran.

3.2.4 Teste de Uniformidade

Para a determinação da vazão e uniformidade dos gotejadores, foi adotada a metodologia proposta por Keller e Karmeli modificada por Denículi et al. (1980). A coleta do volume de água ocorreu em 32 dos 96 gotejadores, sendo, oito por linha. Os procedimentos para leitura individual da vazão dos gotejadores consistiram da pressurização do sistema, posicionamento de recipientes (capacidade de 0,35 L) sob os respectivos gotejadores com defasagem de cinco segundos, retirada sequencial dos recipientes após cinco minutos com defasagem de cinco segundos, medição do volume coletado e tabulação dos dados. O monitoramento da vazão dos gotejadores (L h⁻¹) permitiu a obtenção da vazão média dos gotejadores.

Depois de tabulados os dados de vazão foram efetuados os cálculos de uniformidade de Christiansen (CUC) (CHRISTIANSEN, 1942) e de distribuição (CUD) (CRIDDLE et al., 1956), e coeficiente de variação (CV).

Para a avaliação dos coeficientes de uniformidade foram utilizadas as classificações dos valores encontrados na literatura para cada modelo (ASAE, 2003).

3.2.5 Implantação do experimento

Para o presente estudo, foram utilizados 96 vasos plásticos com capacidade de 30 L. No fundo do vaso foi colocada uma tela e acima desta, 5 cm de brita nº1. Posteriormente, efetuou-se o preenchimento com 30 kg de solo. Os vasos com 30 litros de solo e lisímetros tiveram suas umidades elevadas até a capacidade de campo, momento em que foram semeadas oito sementes de girassol (cv. Aguará 6) por vaso/lisímetro.

As RH foram impostas aos 12 dias após a semeadura (DAS), momento em que contabilizou 80% de germinação das sementes de girassol. Aos 15 DAS foi efetuado o desbaste das plantas, deixando-se apenas uma planta por vaso, mantidas até o final do ciclo da cultura.

3.2.6 Correção e adubação do solo

Antes da semeadura do girassol, foi efetuada a correção do solo com calcário e gesso agrícola nas quantidades de 9,6 e 8 g vaso⁻¹, respectivamente. A adubação com os formulados nas respectivas fontes e dosagens foi efetuada no momento da semeadura, sendo que, no

decorrer do experimento outras adubações foram realizadas nas unidades experimentais, sendo estas, adubações de cobertura aos 30 e 50 dias após a semeadura (DAS), nas seguintes dosagens: 30 DAS: 1,6 g de ureia e 0,21 g de ácido bórico, por unidade experimental, e aos 50 DAS: 1,62 g de ureia, conforme a análise química do solo.



Figura 1. Correção do solo realizada com calcário e gesso.

3.2.7 Aplicação dos tratamentos

Os níveis de RH de 50, 75, 100 e 125%, foram manejados através de quatro lisímetros de pesagem eletrônica construídos com duas dimensões diferentes que foram: lisímetros 1 e 4 com área e volume de 0,502 m² e 0,377 m³, respectivamente; e lisímetros 2 e 3 com área e volume correspondentes a 0,385 m² e 0,289 m³, respectivamente. Cada lisímetro têm três células de carga dispostas equidistantes sob suportes articulados de aço carbono modelo SAMEL-2CF, cujas células utilizadas são do tipo “I”, modelo L-250 para os lisímetros 2 e 3 e L-500 para os lisímetros 1 e 4.

O sistema de aquisição de dados era composto de um datalogger modelo CR 1000 da Campbell Scientific® em que mediante instrução de programação os dados de variação de massa decorrentes do processo de evapotranspiração foram armazenados em intervalos de 15, 30 e 60 min e também mostrados em módulo indicador de pesagens modelo 3101C da Alfa Instrumentos®.

Em todos os lisímetros, antes da semeadura, adotou-se o procedimento de calibração, que constituiu de ciclos de carregamento e descarregamento de massas-referência. Estas massas foram confeccionadas com sacos plásticos e brita nº 01 em um total de cinco unidades de 10,0 kg, duas de 5,0 kg, duas de 2,5 kg, uma de 1,0 kg, uma de 0,5 kg, uma de 0,25 kg e uma de 0,1 kg, tendo-se o total de 66,850 kg. Aferidas em balança analítica de precisão.

Os lisímetros foram calibrados dentro da faixa de operação, que correspondeu à massa aproximada da capacidade de água disponível (CAD) do solo no interior dos lisímetros (61,77 kg). As massas-referência foram adicionadas e retiradas em ciclos de medição conforme metodologia de calibração sugerida por Wheeler & Ganji (1996). Ao todo, procedeu-se três ciclos de carregamento e descarregamento em cada lisímetro.

A fim de evitar as variações decorrentes do processo de evaporação, uma lona plástica foi colocada na superfície do lisímetro, bem como fechado o dreno, para evitar perdas por percolação.

Foram determinados o erro máximo absoluto (EMA), a histerese, a linearidade e a repetitividade, conforme procedimento adotado por Amaral et al. (2018), em estudo de construção e calibração de sistemas de medição.

O EMA foi considerado como o maior desvio absoluto no processo de calibração, em todos os ciclos de medição. A histerese foi o maior desvio encontrado, considerando-se os ciclos separados em carregamento e descarregamento.

O erro de repetitividade, com base no desvio máximo, foi calculado pelo maior desvio encontrado, em sucessivas medições, nos ciclos de carregamento e descarregamento para a mesma massa de referência.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento superficial, dotado de emissores autocompensantes modelo iDrop PC-PCDS da fabricante Irritec®, com vazão de 2,2 L h⁻¹ e pressão de operação de 5 a 45 mca, inseridos em mangueira de polietileno de baixa densidade de 16 mm, com espaçamento de 0,5 m e pressurizados por conjunto moto bomba.

3.2.8 Variáveis analisadas

3.2.8.1 Variáveis morfológicas

Foram avaliadas a altura da planta (AP-cm) e diâmetro do caule (DC-mm), aos 20, 40, 60 e 80 DAS, usando trena e paquímetro digital, respectivamente; o número de folhas (NF) e área foliar (AF-cm²), por contagem visual e medida com régua graduada do comprimento de folhas iguais e superiores a 3 cm. O diâmetro do capítulo (DCAP) foi avaliado aos 60 e 80 DAS e

determinado pela média de duas medições feitas em sentido perpendicular na área de existência de aquênios em desenvolvimento.

A AF foi calculada através da equação $\sum AF = 1,7582L^{1,7067}$, sugerida por Maldaner et al. (2009) e utilizada por Furtado et al. (2017), em que, AF corresponde à área foliar de todas as folhas vivas, em cm²; e L igual à largura na porção mediana do limbo foliar, em cm.

3.2.8.2 Teor de clorofila

Os teores de Clorofila *a* (CLRa), *b* (CLRb) e *total* (CLRt) e, o índice SPAD (SPAD), foram avaliados aos 20, 40, 60 e 80 DAS, utilizando-se os aparelhos ClorofiLog (FALKER 2008) e SPAD (MINOTA 1989), respectivamente.

3.2.8.3 Matéria fresca e seca

Aos 80 DAS, foram suprimidos os tratamentos de RH para que ocorresse maturação fisiológica dos aquênios, cuja colheita foi realizada aos 90 DAS.

Na colheita, realizada aos 90 DAS, foram determinadas as massas frescas e secas das folhas (MFF e MSF), caule (MFC e MSC) e capítulo (MFCAP e MSCAP) e, teores de água das folhas (TAF), caule (TAC) e capítulo (TACAP).

Para a determinação da MFF, MSF, MFC, MSC, MFCAP e MSCAP, após a colheita, as plantas foram divididas em folha + pecíolo, caule e capítulo e, posteriormente, acondicionadas em sacos de papel previamente identificados com os tratamentos e levadas para estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por período de 72 horas, até massa constante, e em seguida, as massas secas foram determinadas em balança analítica de precisão com resolução de 0,001 g.



Figura 2. Plantas de girassol 15 DAS, após desbaste.

3.2.9 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o Teste F, ao nível de 5% de probabilidade cujas médias referentes aos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e a RH e D por análise de regressão, quando significativos. O programa estatístico utilizado foi o *software* SISVAR[®] (FERREIRA, 2011).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Parâmetros biométricos

A análise de variância mostrou que o fator reposição hídrica (RH) influenciou de forma significativa a altura de planta (AP) e o diâmetro de caule (DC) do girassol, aos 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS). Já o fator dose de NPK (D) influenciou significativamente a AP, aos 40 e 80 DAS e, aos 20 DAS o DC. Para a altura de planta, houve efeito significativo da interação RH x D aos 80 DAS (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância da altura de planta e diâmetro de caule de girassol, nas diferentes épocas de avaliação, dias após a semeadura (DAS), em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio			
		Altura de planta			
		20 DAS ¹	40 DAS	60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	0,60 ^{ns}	2196,78*	5172,87**	5110,28**
Bloco	2	0,08 ^{ns}	353,34 ^{ns}	472,26 ^{ns}	545,69 ^{ns}
Resíduo (a)	6	0,58	343,74	146,20	174,97
Dose (D)	3	1,50 ^{ns}	2352,61**	794,73 ^{ns}	839,73*
Interação RH x D	9	0,23 ^{ns}	232,03 ^{ns}	272,02 ^{ns}	188,75 ^{ns}
Resíduo (b)	6	0,67	169,99	245,60	164,46
Fonte (F)	1	0,52 ^{ns}	2,04 ^{ns}	256,76 ^{ns}	250,26 ^{ns}
Interação RH x F	3	0,05 ^{ns}	181,81 ^{ns}	40,76 ^{ns}	15,48 ^{ns}
Interação D x F	3	0,01 ^{ns}	5,15 ^{ns}	198,62 ^{ns}	454,70**
Interação RH x D x F	9	0,17 ^{ns}	75,44 ^{ns}	146,65 ^{ns}	151,70 ^{ns}
Resíduo (c)	50	0,23	142,33	106,35	104,39
CV a (%)		15,83	22,64	9,59	10,50
CV b (%)		16,97	15,92	12,42	10,18
CV c (%)		10,00	14,57	8,18	8,11
		Diâmetro de caule			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	10,53 ^{ns}	110,02*	105,67**	84,90**
Bloco	2	0,27 ^{ns}	6,87 ^{ns}	8,55 ^{ns}	1,09 ^{ns}
Resíduo (a)	6	2,78	12,32 ^{ns}	5,52	5,58
Dose (D)	3	24,55**	43,05 ^{ns}	18,00 ^{ns}	5,84 ^{ns}
Interação RH x D	9	3,48 ^{ns}	11,39 ^{ns}	5,65 ^{ns}	5,79 ^{ns}
Resíduo (b)	6	2,08	16,98	16,49	7,90
Fonte (F)	1	3,31 ^{ns}	7,28 ^{ns}	5,71 ^{ns}	1,77 ^{ns}
Interação RH x F	3	1,86 ^{ns}	5,31 ^{ns}	2,38 ^{ns}	1,98 ^{ns}
Interação D x F	3	1,75 ^{ns}	4,48 ^{ns}	11,22 ^{ns}	18,34 ^{ns}
Interação RH x D x F	9	2,10 ^{ns}	2,34 ^{ns}	4,86 ^{ns}	9,33 ^{ns}
Resíduo (c)	50	2,80	7,89	8,05	7,13
CV a (%)		17,87	21,82	14,27	14,42
CV b (%)		15,47	25,62	24,66	17,16

CV c (%) 17,94 17,47 17,23 16,30

¹ Dados transformados em Raiz de X. ^{ns} não significativo; *, ** significativo respectivamente a 1% e 5% de significância segundo teste. GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

A cada acréscimo de 25% na RH, teve aumento de 9,13; 9,37 e 9,30% na AP, respectivamente, aos 40, 60 e 80 DAS (Figura 3A) e, de 10,25; 9,87 e 8,79% no DC aos 40, 60 e 80 DAS, respectivamente (Figura 3B), o que correspondeu a 7,13; 11,31 e 11,21 cm para AP e, 1,56, 1,55 e 1,38 mm para DC, respectivamente. Os menores valores de AP e de DC ocorreram aos 40 DAS (71 cm e 14 mm), aos 60 DAS (109 cm e 14 mm) e aos 80 DAS (109,18 cm e 14 mm); enquanto, os maiores valores (93 cm e 18 mm), (143 cm e 19 mm) e, (142,81 cm e 18 mm), também aos 40, 60 e 80 DAS, foram observados nas lâminas de 50 e 125%, com aumentos de 24, 22, 24, 26 e, 24 e 22%, respectivamente.

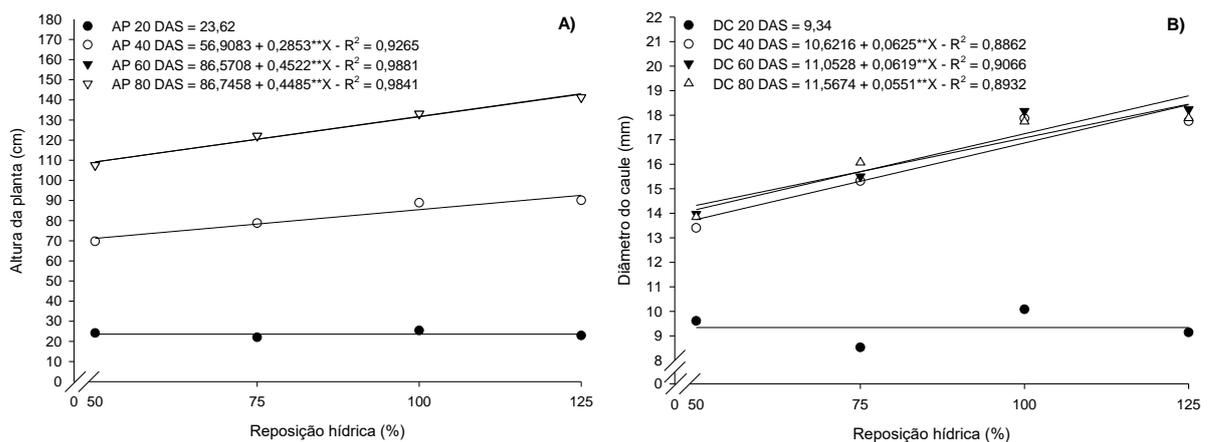


Figura 3. Altura de planta -AP (A) e diâmetro de caule (DC) de girassol (B), aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS), em função de níveis de reposição hídrica, Rio Verde – GO, 2018.

Conforme Soares et al. (2015) a AP e o DC do girassol são diretamente proporcionais à quantidade de água disponível no solo, portanto, o déficit hídrico afeta negativamente essas variáveis de crescimento, e pode refletir na produtividade da cultura.

Aos 40 DAS, a AP em função das doses de adubação com NPK, adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau (Figura 4A). A dose de 176,36% proporcionou a maior AP, igual a 90,25 cm. Após esta dose, observou-se pequena redução na altura da planta. A cada acréscimo de 50% na dose ocorreu aumento de 7,44% no DC aos 20 DAS (Figura 4B), que correspondeu a 0,68 mm.

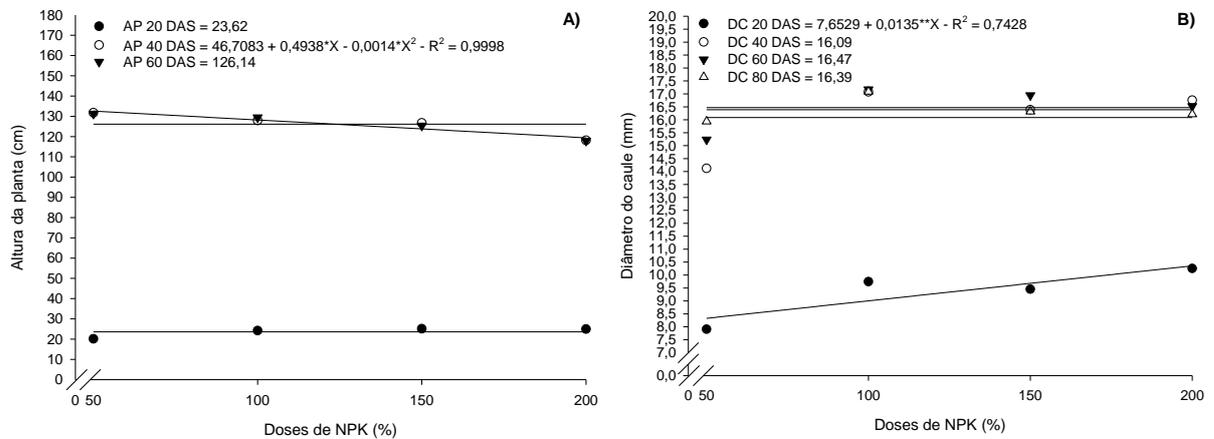


Figura 4. Altura de planta - AP (A) e diâmetro de caule (DC) de girassol (B), aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS), em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Furtado et al. (2017) observou aumento de 19,52% no DC, quando comparadas com as doses de 50 e 200%. Isto indica que quanto mais nutrientes no solo, maior é o crescimento vegetal e, portanto, maior a expansão foliar.

Na Figura 5A, nota-se diferença no comportamento da AP aos 80 DAS, quando contrastada as duas fontes de NPK utilizadas. Para a fonte mineral (M), a AP adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, cuja dose de 130,61% proporcionou a maior AP, igual a 133,81 cm. Já para a fonte organomineral (OM), o aumento das doses reduziu a AP na ordem de 6,26 cm a cada 50%. Assim, ocorreu a redução de 15,88% na AP quando comparada as doses de 50 e 200% da dose recomendada para o cultivo do girassol (SOUZA e LOBATO, 2004).

Ocorreu diferença estatística apenas na dose de 50% quando comparada as fontes utilizadas (Figura 5B), em que a fonte organomineral proporcionou aumento de 11,26% na AP em relação à fonte mineral.

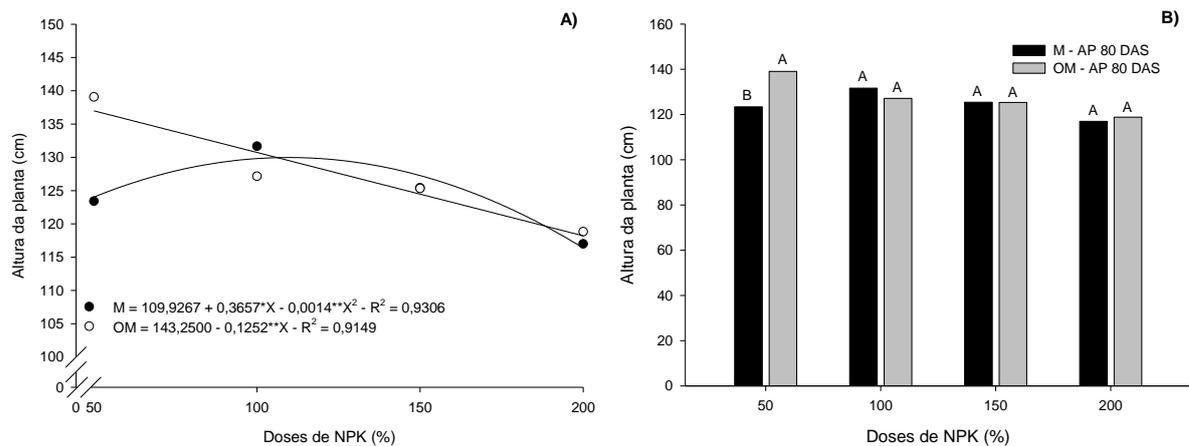


Figura 5. Desdobramento da interação significativa entre doses (A) e fontes (B) de NPK mineral (M) e organomineral (OM) para a altura de planta de girassol aos 80 DAS, Rio Verde – GO, 2018.

De acordo com Furtado et al. (2017) ao se aplicar uma dose de fertilizante acima da recomendação para a cultura do girassol, acarreta redução em relação à dose máxima estimada. Este resultado pode estar atrelado com a adubação, pelo fato de ter sido realizada com base na massa de solo do vaso, o que pode ter proporcionado uma dose acima das exigências da cultura.

Conforme a Figura 4A, a AP do girassol durante seu crescimento foi pouco influenciada pelas doses de NPK, porém, ao analisar AP para cada fonte aos 80 DAS (Figura 5A), verificou-se que as maiores AP foram obtidas em doses equivalentes de 100 e 234 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para as fontes OM e M, respectivamente. Wanderley et al. (2014), avaliando a altura da planta de girassol, observaram resposta linear com uso de adubo orgânico rico em fósforo e potássio, o que não aconteceu neste estudo com a utilização da fonte organomineral.

Os fatores RH e fonte (F) influenciaram de forma significativa o NF e a AF aos 40 DAS. Para as doses, ocorreu diferença significativa no NF aos 40 DAS e na AF aos 20 e 40 DAS (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância do número de folhas e área foliar de girassol, aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS), em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Número de folhas			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	3,06 ^{ns}	53,15*	4,68 ^{ns}	0,87 ^{ns}
Bloco	2	3,76 ^{ns}	5,90 ^{ns}	1,38 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Resíduo (a)	6	4,32	9,05	10,60	0,65
Dose (D)	3	10,84 ^{ns}	51,34**	7,29 ^{ns}	1,13 ^{ns}
Interação RH x D	9	1,02 ^{ns}	2,01 ^{ns}	7,00 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Resíduo (b)	6	2,35	4,71	2,55	0,47
Fonte (F)	1	1,04 ^{ns}	30,37*	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Interação RH x F	3	1,56 ^{ns}	3,15 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Interação D x F	3	1,95 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Interação RH x D x F	9	0,78 ^{ns}	6,53 ^{ns}	4,37 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Resíduo (c)	50	2,15	5,67	5,05	0,29
CV a (%)		19,39	16,44	12,46	19,91
CV b (%)		14,31	11,85	6,11	17,04
CV c (%)		13,68	13,00	8,60	13,42
		Área foliar			
		20 DAS ¹	40 DAS ¹	60 DAS ¹	80 DAS ¹
Reposição Hídrica (RH)	3	22,11 ^{ns}	1105,56**	1016,51 ^{ns}	69,17 ^{ns}
Bloco	2	126,06 ^{ns}	84,62 ^{ns}	81,02 ^{ns}	216,02 ^{ns}
Resíduo (a)	6	100,87	25,63	282,25	1447,67
Dose (D)	3	319,17**	963,60**	207,82 ^{ns}	927,24 ^{ns}
Interação RH x D	9	8,86 ^{ns}	17,35 ^{ns}	63,55 ^{ns}	216,43 ^{ns}
Resíduo (b)	6	42,39	93,23	132,27	227,29
Fonte (F)	1	109,96 ^{ns}	848,84**	236,93 ^{ns}	110,95 ^{ns}
Interação RH x F	3	42,59 ^{ns}	91,97 ^{ns}	47,85 ^{ns}	20,03 ^{ns}
Interação D x F	3	17,48 ^{ns}	36,65 ^{ns}	341,03 ^{ns}	322,67 ^{ns}
Interação RH x D x F	9	13,39 ^{ns}	37,54 ^{ns}	64,62 ^{ns}	157,01 ^{ns}
Resíduo (c)	50	49,74	63,09	132,68	202,06
CV a (%)		35,10	8,25	25,22	65,89
CV b (%)		22,75	15,74	17,26	26,11
CV c (%)		24,65	12,95	17,29	24,62

¹ Dados transformados em Raiz de X. ^{ns} não significativo; *; ** significativo respectivamente a 1% e 5% de significância segundo teste. GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

A cada acréscimo de 25% na RH ocorreu aumento de 5,67% no NF aos 40 DAS (Figura 6A), o que correspondeu a uma folha. Ocorreu aumento de 15,28% no DC quando comparado com as doses de 50 e 200%. A AF aos 40 DAS em função da RH adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau (Figura 6B). A RH de 125% proporcionou a maior AF, igual a 0,58 m².

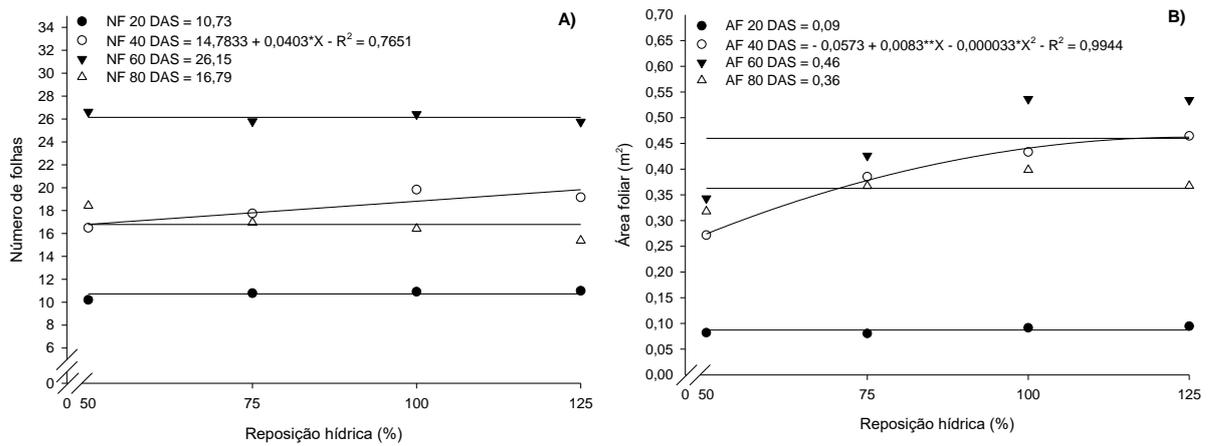


Figura 6. Número de folhas - NF (A) e área foliar (AF) de girassol (B) nas épocas de avaliação, em função da reposição hídrica, Rio Verde – GO, 2018.

Soares et al. (2015), conduzindo experimento em ambiente protegido com cultivares de girassol, também observaram influencia, no número de folhas, com efeito linear e crescente dos diferentes níveis de água.

A AP, o DC, o NF e a AF foram afetadas pela adubação com NPK e pela quantidade de água disponível no solo em alguma das fases de crescimento do girassol, sendo que, com exceção da AF aos 40 DAS, as demais variáveis tiveram comportamento linear crescente em função da RH, resultados estes semelhantes aos encontrados por Campos et al. (2015) em estudo de adubação e irrigação na cultura do girassol.

Para Taiz e Zieger (2017), o turgor das células estimula a expansão e alongamento celular, logo, o déficit hídrico limita o tamanho e número de folhas, como observado na Figura 6A e 6B, que tem correlação direta com a área foliar da planta.

A cada acréscimo de 50% na dose de NPK ocorreu aumento de 6,25% no NF aos 40 DAS (Figura 7A) e, de 18,56 e 15,27% na AF aos 20 e 40 DAS, respectivamente (Figura 7B), o que correspondeu a 1,12 folhas e, 0,015 e 0,055 m² na AF, respectivamente. Os menores e maiores valores de NF e de AF foram observados nas lâminas de 50 e 125%, com acréscimos de 16,76% para o NF aos 40 DAS e, 40,61 e 35,09% para a AF aos 20 e 40 DAS, respectivamente.

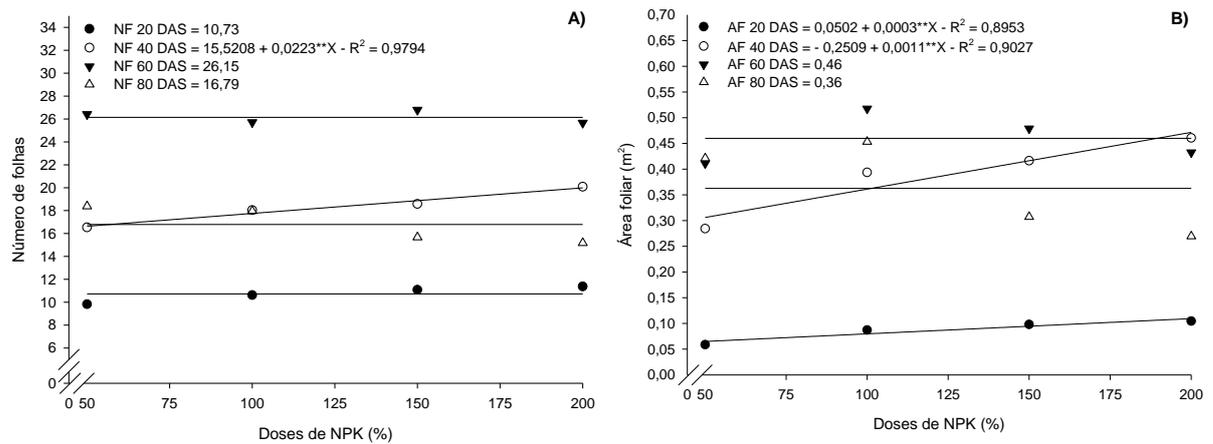


Figura 7. Número de folhas - NF (A) e área foliar (AF) de girassol (B), aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS), em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Não houve diferença significativa para os teores de Clorofila *a* em nenhum dos fatores aplicados.

A dose de NPK influenciou de forma significativa a Clorofila *b*, aos 20 DAS (Tabela 4), assim como a Clorofila *total*, nesta mesma época (Tabela 5). Não houve influência significativa para os demais fatores.

Tabela 4. Análise de variância da clorofila *b* em folhas de girassol, aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS), em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Clorofila <i>b</i>			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS ¹
Reposição Hídrica (RH)	3	3,46 ^{ns}	4,19 ^{ns}	4,23 ^{ns}	0,64 ^{ns}
Bloco	2	22,65 ^{ns}	12,50 ^{ns}	15,00 ^{ns}	0,39 ^{ns}
Resíduo (a)	6	2,19	6,97	7,58	0,51
Dose (D)	3	14,87*	7,54 ^{ns}	1,38 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Interação RH x D	9	0,73 ^{ns}	2,66 ^{ns}	2,15 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Resíduo (b)	6	2,32	5,36	2,74	0,56
Fonte (F)	1	4,20 ^{ns}	10,27 ^{ns}	2,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Interação RH x F	3	1,22 ^{ns}	2,42 ^{ns}	3,39 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Interação D x F	3	2,44 ^{ns}	1,59 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Interação RH x D x F	9	0,62 ^{ns}	2,91 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,45 ^{ns}
Resíduo (c)	50	2,22	3,88	2,03	0,50
CV a (%)		13,46	25,14	27,33	25,23
CV b (%)		13,85	22,04	16,44	26,61
CV c (%)		13,55	18,75	14,15	24,96

¹ Dados transformados em Raiz de X. ^{ns} não significativo; * ; ** significativo respectivamente a 1% e 5% de significância segundo teste. GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

Tabela 5. Análise de variância da Clorofila total em folhas de girassol, aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS), em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Clorofila total			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	44,70 ^{ns}	45,60 ^{ns}	12,70 ^{ns}	86,86 ^{ns}
Bloco	2	114,74 ^{ns}	76,69 ^{ns}	20,61 ^{ns}	32,34 ^{ns}
Resíduo (a)	6	25,75	44,95	27,46	98,86
Dose (D)	3	52,03*	38,00 ^{ns}	2,28 ^{ns}	27,79 ^{ns}
Interação RH x D	9	5,60 ^{ns}	23,69 ^{ns}	8,26 ^{ns}	35,63 ^{ns}
Resíduo (b)	6	10,16	38,44	8,54	114,88
Fonte (F)	1	6,51 ^{ns}	78,12 ^{ns}	10,80 ^{ns}	24,50 ^{ns}
Interação RH x F	3	11,58 ^{ns}	15,77 ^{ns}	6,59 ^{ns}	34,00 ^{ns}
Interação D x F	3	20,24 ^{ns}	10,40 ^{ns}	3,77 ^{ns}	44,44 ^{ns}
Interação RH x D x F	9	2,82 ^{ns}	36,49 ^{ns}	4,77 ^{ns}	89,24 ^{ns}
Resíduo (c)	50	11,71	29,44	6,62	86,17
CV a (%)		11,99	16,19	12,94	24,95
CV b (%)		7,53	14,97	7,21	26,90
CV c (%)		8,09	13,10	6,35	23,29

^{ns} não significativo; * ; ** significativo respectivamente a 1% e 5% de significância segundo teste. GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

A CLR*b* e CLR*t* aos 40 DAS em função das doses de adubação com NPK adequaram-se a uma equação polinomial do segundo grau (Figura 8). As doses de 118 e 149,67% da dose recomendada proporcionaram os maiores teores de CLR*b* e CLR*t*, iguais a 10,74 e 43,17.

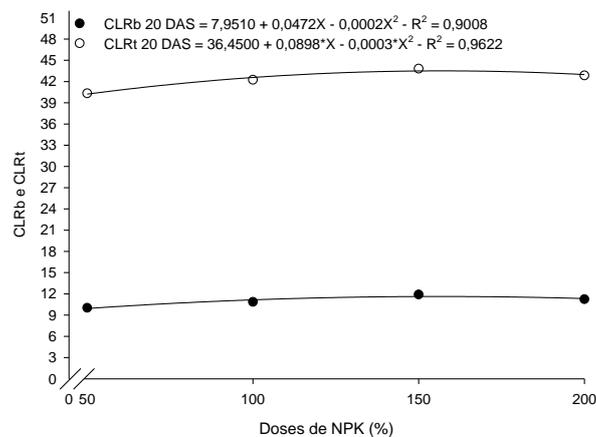


Figura 8. Clorofila *b* (CLR*b*) e total (CLR*t*) em folhas de girassol aos 20 DAS, em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Segundo Ferreira et al. (2006), os teores de clorofila na folha aumentaram com as doses de N nas doses de matéria orgânica.

O fator dose influenciou de forma significativa o Índice SPAD aos 20, 40 e 80 DAS. Para as fontes de NPK, ocorreu influência significativa apenas aos 20 e 40 DAS (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância do índice SPAD em folhas de girassol aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS), em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		SPAD			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	25,86 ^{ns}	15,66 ^{ns}	13,94 ^{ns}	46,97 ^{ns}
Bloco	2	0,53 ^{ns}	44,70 ^{ns}	63,60 ^{ns}	47,71 ^{ns}
Resíduo (a)	6	7,94	8,80	16,49	32,93
Dose (D)	3	123,21 ^{**}	142,87 ^{**}	12,90 ^{ns}	95,38 [*]
Interação RH x D	9	9,02 ^{ns}	14,67 ^{ns}	6,04 ^{ns}	33,23 ^{ns}
Resíduo (b)	6	5,97	8,10	9,81	15,01
Fonte (F)	1	106,47 ^{**}	45,10 [*]	22,42 ^{ns}	24,60 ^{ns}
Interação RH x F	3	12,18 ^{ns}	2,92 ^{ns}	2,49 ^{ns}	1,01 ^{ns}
Interação D x F	3	10,83 ^{ns}	9,14 ^{ns}	5,57 ^{ns}	34,36 ^{ns}
Interação RH x D x F	9	12,01 ^{ns}	11,32 ^{ns}	4,06 ^{ns}	32,94 ^{ns}
Resíduo (c)	50	8,49	7,38	10,32	24,93
CV a (%)		6,86	8,20	11,07	18,19
CV b (%)		5,95	7,87	8,54	12,29
CV c (%)		7,10	7,51	8,76	15,83

^{ns} não significativo; *; ** significativo respectivamente a 1% e 5% de significância segundo teste. GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

A cada acréscimo de 50% na dose de NPK ocorreu aumento de 4,13 e 5,22% no Índice SPAD aos 20 e 40 DAS, respectivamente, e, reduções de 4,28% aos 80 DAS (Figura 9), o que correspondeu a 1,66; 1,84 e 1,38, respectivamente. Os menores e maiores valores de Índice SPAD aos 20 e 40 DAS foram observados nas doses de 50 e 200% com aumentos de 11,37 e 14,15% e, aos 80 DAS, em que o menor valor foi observado na maior dose (180 kg ha⁻¹), com redução de 14,05%, respectivamente.

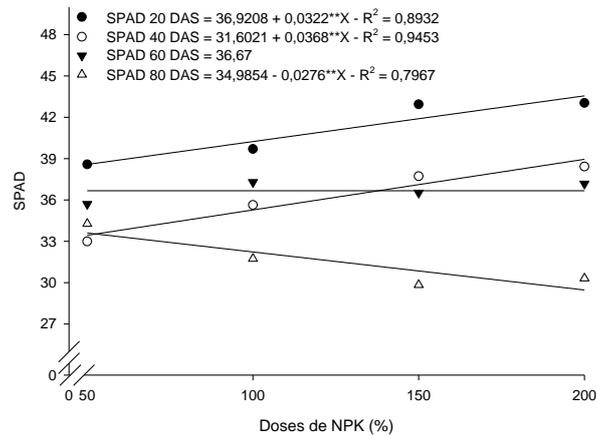


Figura 9. Índice SPAD em folhas de girassol, aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS), em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Ferreira et al. (2006), constataram que os valores obtidos com o medidor SPAD, também aumentaram em função das doses de N, sem ou com adição de matéria orgânica ao solo. Apenas aos 80 DAS houve decréscimo de índice de SPAD, possivelmente pela translocação de nutrientes, sobretudo nitrogênio para a parte reprodutiva.

Com relação às fontes utilizadas, a organomineral foi superior à mineral para o NF e AF aos 40 DAS e, para Índice SPAD aos 20 e 40 DAS. Para NF, houve acréscimo na ordem de 1,13 folhas que corresponde 6,37%, e para AF aumento de 0,08 m² (2,86%), 2,99 m² (5,27%) e 1,37 m² (3,85%) (Tabela 7), respectivamente.

Tabela 7. Número de folhas e área foliar de girassol aos 40 DAS e, índice SPAD aos 20 e 40 DAS, em função das fontes de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Fonte	Número de folhas	Área foliar (m ²)	SPAD	
	40 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
Mineral	18,88 a	0,43 a	42,12 a	36,88 a
Organomineral	17,75 b	0,35 b	40,01 b	35,51 b

¹Médias seguidas por letras iguais na coluna, dentro da mesma variável e época (DAS), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A análise de variância demonstrou efeito significativo da interação entre os fatores RH e D para o DCAP apenas aos 60 DAS (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de variância do diâmetro do capítulo de girassol aos 60 e 80 DAS em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		Diâmetro do capítulo	
		60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	33,02*	36,32 ^{ns}
Bloco	2	2,29 ^{ns}	1,85 ^{ns}
Resíduo (a)	6	6,33	9,32
Dose (D)	3	22,20**	7,86 ^{ns}
Interação RH x D	9	1,07 ^{ns}	5,93 ^{ns}
Resíduo (b)	6	1,98	2,04
Fonte (F)	1	1,57 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Interação RH x F	3	1,64 ^{ns}	2,81 ^{ns}
Interação D x F	3	1,36 ^{ns}	4,85 ^{ns}
Interação RH x D x F	9	1,60 ^{ns}	3,22 ^{ns}
Resíduo (c)	50	2,99	4,90
CV a (%)		19,94	21,79
CV b (%)		11,16	10,21
CV c (%)		13,71	15,80

^{ns} não significativo; * ; ** significativo respectivamente a 1% e 5% de significância segundo teste. GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

A cada acréscimo de 25% na RH e 50% na dose de fertilizante NPK ocorreu, respectivamente, aumentos na ordem de 7,8% (0,9 cm) e 5,46% (0,34 cm) no DCAP aos 60 DAS (Figura 10A e 10B). Os menores e maiores valores de DCAP foram observados nas RH de 50 e 125% e, nas D de 50 e 200%, com aumentos iguais a 19,38 e 14,88%, respectivamente.

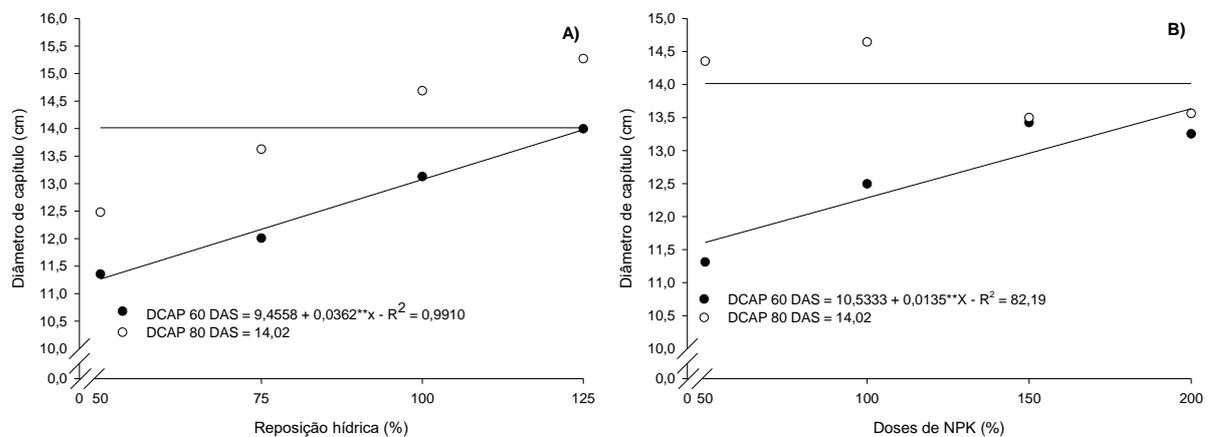


Figura 10. Diâmetro do capítulo de girassol aos 60 DAS em função da reposição hídrica (A) e doses de NPK (B), Rio Verde – GO, 2018.

Na Figura 10A, aos 60 DAS, quando a planta foi adubada, observou-se que DCAP foi maior na dose de 200%, que corresponde a 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio (semeadura + cobertura). Guedes Filho et al. (2015) observaram aumentos crescentes no DCAP até a dosagem de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Segundo Soares et al. (2016) o diâmetro do capítulo é de grande importância para a cultura do girassol, pois tem elevada correlação com o peso do grão e com a produtividade.

3.3.1 Produção de matéria fresca e seca

O fator RH influenciou de forma significativa nos PSF, PFC e PSC e, o fator D no PFC. Houve efeito interativo D x F para o PSF e PFC (Tabela 9).

Tabela 9. Análise de variância do peso fresco (PFF) e seco (PSF) das folhas, peso fresco (PFC) e seco (PSC) do caule e peso fresco (PFCAP) e seco (PSCAP) do capítulo de girassol na colheita, em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO, 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		PFF ¹	PSF	PFC ¹	PSC ¹	PFCAP ¹	PSCAP ¹
Reposição Hídrica (RH)	3	28,22 ^{ns}	1578,34**	68,04*	18,48*	18,80 ^{ns}	6,88 ^{ns}
Bloco	2	7,83 ^{ns}	158,17 ^{ns}	10,82 ^{ns}	1,53 ^{ns}	14,39 ^{ns}	1,27 ^{ns}
Resíduo (a)	6	7,73	142,28	8,80	1,93	10,35	2,48
Dose (D)	3	8,55 ^{ns}	126,32 ^{ns}	14,22*	1,41 ^{ns}	81,83 ^{ns}	4,02 ^{ns}
Interação RH x D	9	2,33 ^{ns}	47,40 ^{ns}	2,77 ^{ns}	0,54 ^{ns}	17,27 ^{ns}	1,25 ^{ns}
Resíduo (b)	6	2,47	40,73	2,36	1,46	24,22	2,53
Fonte (F)	1	4,60 ^{ns}	214,20 ^{ns}	13,47 ^{ns}	0,62 ^{ns}	6,67 ^{ns}	0,84 ^{ns}
Interação RH x F	3	6,85 ^{ns}	35,14 ^{ns}	3,28 ^{ns}	1,95 ^{ns}	11,45 ^{ns}	1,92 ^{ns}
Interação D x F	3	5,26 ^{ns}	519,37**	12,79*	2,17 ^{ns}	20,57 ^{ns}	0,95 ^{ns}
Interação RH x D x F	9	3,53 ^{ns}	34,81 ^{ns}	2,61 ^{ns}	0,66 ^{ns}	14,73 ^{ns}	0,68 ^{ns}
Resíduo (c)	50	2,67	104,82	3,29	0,89	11,85	1,98 ^{ns}
CV a (%)		29,12	28,28	25,96	20,10	28,12	24,86
CV b (%)		16,47	15,13	13,44	17,54	43,00	25,12
CV c (%)		17,15	24,28	15,89	13,72	30,08	22,20

¹ Dados transformados em Raiz de X. ^{ns} não significativo; *; ** significativo respectivamente a 1% e 5% de significância segundo teste. GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

A cada acréscimo de 25% na RH ocorreu aumento de 15,59 e 25,14% no PSF e PFC (Figura 11), que correspondeu 6,1 e 30,5 g, respectivamente. Ocorreu aumento de 35,62 e 50,18% no PSF e PFC quando comparado com as RH de 50 e 125%. O PSC em função da RH adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, sendo que, a RH de 103,87% proporcionou o maior PSC, igual a 55,38 g.

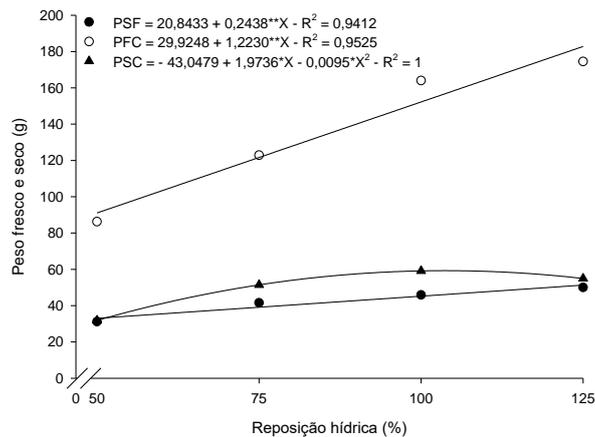


Figura 11. Peso seco das folhas e, massa fresca e seca do caule de girassol em função de níveis de reposição hídrica, Rio Verde – GO, 2018.

Soares et al. (2015) ao avaliarem linhagens de girassol submetidas ao estresse hídrico, constataram decréscimo da fitomassa seca do caule da ordem de 19,56%, ao comparar os tratamentos de irrigação normal e estresse hídrico, resultados bem parecidos com os encontrados no presente estudo.

Na Figura 12A para a fonte OM, o PSF adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, sendo que, a dose de 158,75% proporcionou o menor PSF, igual a 37,9 g. O aumento da dose da fonte OM reduziu o PFC na ordem de 26,5 g a cada 50%. Ocorreu a redução de 73,75% no PFC quando comparada com as doses de 50 e 200%. Ocorreu diferença estatística apenas na dose de 50% para o PSF e PFC quando comparada com as fontes utilizadas (Figura 12B), em que a fonte OM proporcionou aumento de 30,9 e 38,34% quando contrastada com a fonte M, respectivamente.

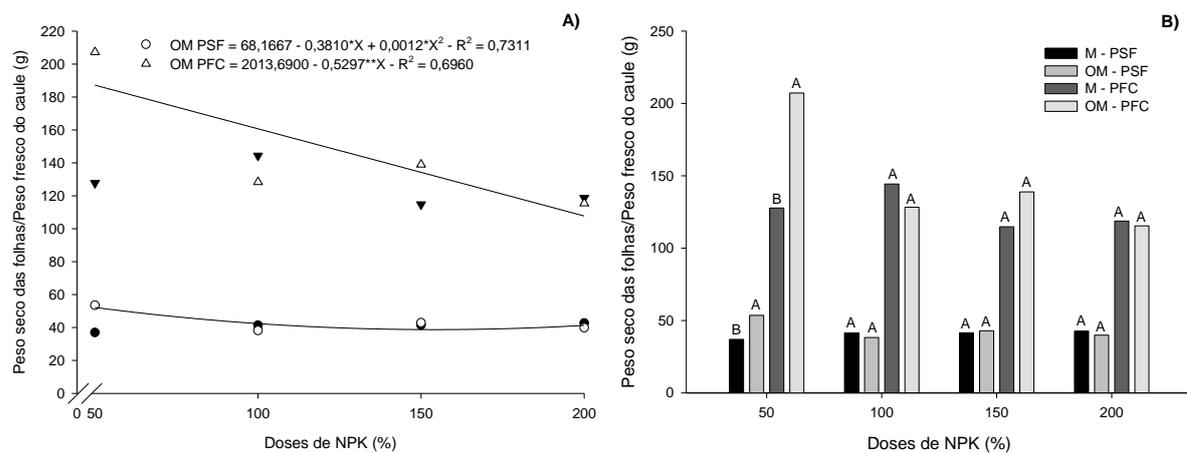


Figura 12. Desdobramento da interação significativa entre doses (A) e fonte (B) mineral (M) e organomineral (OM) de NPK para o peso seco das folhas e peso fresco do caule de girassol, Rio Verde – GO, 2018.

Tais resultados evidenciam que a recomendação adotada para as condições de desenvolvimento deste estudo foi superior às necessidades nutricionais do girassol, por isso o decréscimo de massa fresca. Furtado et al. (2017) verificaram que a dose de 50% da recomendação de NPK promoveu a maior produção de fitomassa das folhas e capítulo da planta de girassol. Resultados semelhantes aos encontrados neste estudo (Figura 10A).

Não houve diferença significativa para os TAF, TAC e TACAP em nenhum dos fatores aplicados.

3.4 CONCLUSÕES

O aumento na reposição hídrica proporcionou maior altura de planta e diâmetro de caule para a cultura do girassol.

O aumento nas dosagens de fertilizantes NPK mineral e organomineral acarreta redução da altura da planta do girassol.

As reposições hídricas estimadas de 125 e 103% proporcionam os maiores acúmulos de matéria seca das folhas e do caule da planta de girassol.

O aumento na quantidade de NPK aplicada, via fonte organomineral, reduz o peso seco das folhas e o peso fresco do caule do girassol.

Na dosagem de 50% da recomendação de NPK, a fonte organomineral mostra-se superior à mineral, para o peso seco das folhas e peso fresco do caule do girassol.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. Viçosa, Editora UFV, 8ª edição 2ª reimpressão, p.625, 2009.
- CHRISTIANSEN, J. E. Irrigation by Sprinkling. Berkeley: **California Agricultural Station**, p 670, 1942.
- COELHO, A.M. Nutrição e adubação do milho. **Circular Técnico 78 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – EMBRAPA ISSN 1679-1150**, Sete Lagoas-MG dezembro de 2006.
- CRIDDLE, W. D.; DAVIS, S.; PAIR, C. H.; SHOCKLEY, D. G. Methods for Evaluating Irrigation Systems. **Agricultural Handbook**, Washington DC: Soil Conservation Service – USDA, p. 24-82, 1956.
- DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÉBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v.27, n.150, p.155-162, 1980.
- FERREIRA, M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Índice spad e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 53, n. 305, p. 83-92, 2006.
- FURTADO, G. de F.; CHAVES, L. H. G.; SOUZA, L. de P.; SOUSA JUNIOR, J. R.; LIMA, G. S. de; SOUSA, J. R. M. Índices fisiológicos do girassol em função da adubação com biocarvão e NPK. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.7, p.1924-1933, 2017.
- LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.; MACHADO, P.L.O.A; GALVÃO, J.C.C.; Estoques totais de carbono orgânicos e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 27:821-832, 2003.
- RABELO, K. C. C. Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial. **Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás**, Goiânia, 2015.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE P. K. T; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F; COELHO, M. R; ALMEIDA, J. A de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 5 ed., 2018.

SANTOS, J.F.; WANDERLEY, J.A.C.; JÚNIOR, J.R.S.; Produção de girassol submetido a adubação organomineral. **Agropecuária científica no semiárido artigo científico** v.9, n.3, p.38-44, 2013.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa-CPA**, p. 416, 2004.

SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S. de; CHAVES, L. H. G.; XAVIER, D. A.; FERNANDES, P. D.; 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**, Campina Grande, PB, v.19, n.4, p.336-342, 2015.

SOARES, L. E.; EMERENCIANO NETO, J. V.; SILVA, G. G. C. da; OLIVEIRA, E. M. M. de; BEZERRA, M. G. da S.; SANTOS, T. J. A. dos; DIFANTE, G. dos S. Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.2, p.19-25, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 613, 2017.

UNICEF. Fundo das nações unidas para a infância. Disponível em < <http://www.unicef.org.br/> > Visitado em 18 de setembro de 2019.

WANDERLEY, J.A.C.; AZEVEDO, C.A.V.; BRITO, M.E.B.; et al. Crescimento do girassol sob sistema de captação de água “in situ” e adubação orgânica. **Revista Verde**, v.9, n.2, p.129-138, 2014.

WHEELER, A. J.; GANJI, A. R. Introduction to engineering experimentation. New Jersey: **Prentice Hall**. 1996. 415p

WINTER, E. J. A água, o solo e a planta: aproveitando os recursos naturais de água para a horticultura. Traduzido pelos professores Klaus Reichardt e Paulo L. Libardi. – 2ª. Ed. – São Paulo: **Nobel**. 1ª reimpressão, p. 170, 1984.

4 CAPÍTULO II

RESUMO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GIRASSOL CULTIVADO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE NPK MINERAL E ORGANOMINERAL

RESUMO: O girassol por possuir óleo em sua semente agrega uma importância econômica considerável, e, quando há adubação inadequada ou déficit hídrico a produção desse óleo é prejudicada. Objetivou-se no presente estudo avaliar o desempenho agronômico da cultura do girassol sob diferentes níveis de adubação com formulados NPK de origem mineral e organomineral aplicados na semeadura. O experimento foi conduzido em vasos plásticos preenchidos com 30 litros de solo, coletado da camada de 0,0 a 0,2 m, de um Latossolo Vermelho distroférico, localizado em área experimental do Instituto Federal Goiano, no município de Rio Verde, Goiás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso analisado em esquema fatorial 4x2, com três repetições. O tratamento foi feito a partir de aplicações de quatro doses do formulado 04-14-08 (NPK) referentes a 50, 100, 150 e 200% da recomendação e duas fontes do formulado NPK, mineral e organomineral. Foram efetuadas as análises das variáveis de crescimento, acúmulo de matéria seca, teor de água e produtividade aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS). O diâmetro do capítulo foi avaliado aos 90 (DAS). A fonte mineral NPK proporcionou maior diâmetro do caule, número de folhas, e área foliar do girassol aos 30 e 60 dias após a semeadura, comparada à fonte organomineral. Houve maiores desenvolvimentos das variáveis analisadas quando utilizado o fertilizante mineral de NPK, quando comparada à fonte organomineral. As maiores alturas de planta de girassol, aos 30 e 60 dias após a semeadura foram estimadas, respectivamente, com doses próximas a 140 e 150% de a recomendada para a região de Cerrado. O diâmetro do caule do girassol aos 30 e aos 60 dias após a semeadura aumentou linearmente com incremento da dose aplicada, independentemente da fonte de NPK (mineral ou organomeiral).

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, macronutrientes, fertilizante mineral, fertilizante organomineral, reciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

Abstract: The sunflower by having oil in its seed adds to it a considerable economic importance, which, when it has an inadequate fertilization and water stress its oil production is impaired. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of cultivated sunflower crop under fertilization levels of mineral and organomineral NPK formulations applied at sowing. The experiment was carried out in plastic pots filled with 30 liters of soil, collected from the 0.0 to 0.2 m layer of a dystroferric Red Latosol, located in an experimental area of the Goiano Federal Institute, in Rio Verde, Goiás. The experimental design was a randomized complete block design in a 4x2 factorial scheme with three replications. The treatment was based on four-dose applications of formulation 04-14-08 (NPK) referring to 50, 100, 150 and 200% of the recommendation and two sources of mineral and organomineral NPK formulation. Growth, dry matter accumulation, water content and yield were analyzed at 30, 60 and 90 days after sowing (DAS). The inflorescence diameter was evaluated at 90 (DAS). The NPK mineral source provided larger stem diameter, leaf number, and sunflower leaf area at 30 and 60 days after sowing, compared to the organomineral source. There were greater developments of the variables analyzed when NPK mineral fertilizer was used, when compared to the organomineral source. The highest sunflower plant heights at 30 and 60 days after sowing were estimated, respectively, with doses close to 140 and 150% of the recommended for the Cerrado region. Sunflower stem diameter at 30 and 60 days after sowing increased linearly with increasing applied dose, regardless of NPK source (mineral or organomeiral).

4.1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie de planta considerada anual, e, sua origem se dá no continente americano. É uma espécie que possui grãos com alto teor de óleo, podendo ser utilizada como fonte de biodiesel e também como forragem. A cultura do girassol se destaca no cenário econômico mundial, por ser fonte de energia alternativa, cultivada em todos os continentes, sendo a quarta oleaginosa em produção de grãos e a quinta em área cultivada (SILVEIRA et al., 2009).

A escolha acertada da nutrição mineral e organomineral para a cultura do girassol é um fator que está completamente atrelado com a sua máxima produtividade de aquênios, que pode ser limitado, quando existe déficit hídrico no período de cultivo. Assim, deve ser levada em conta a análise do solo, a capacidade agrícola da região, estudo do clima, disponibilidade de água e pesquisas que representem as condições regionais e locais.

Em condições de déficit nutricional, especialmente de nitrogênio, fósforo e potássio, a planta pode ter o número de folhas e a área foliar reduzidos, e quando se tem sensibilidade à baixa concentração do nitrogênio, também promove o decréscimo da altura e do diâmetro do caule (PRADO e LEAL, 2006; IVANOFF *et al.*, 2010). Desta forma, avaliações dos caracteres agronômicos durante a fase vegetativa e reprodutiva associadas ao estado nutricional podem explicar melhor o desempenho da produtividade de cada cultivar.

Quando se trata de fertilização do girassol, tem-se observado que a cultura acumula grandes quantidades de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio. Por possuir um sistema radicular profundo, acarreta maior exploração e auxilia no melhor aproveitamento da fertilidade natural dos solos e das adubações dos cultivos anteriores, absorvendo nutrientes das camadas mais profundas. Entretanto, grande parte destes nutrientes retorna ao solo, após a colheita, através da palhada (folhas, caule, capítulos), além das raízes que ajudam as culturas que sucedem o girassol (CASTRO *et al.*, 1997).

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho agronômico da cultura do girassol cultivada níveis de adubação com formulados NPK de origem mineral e organomineral aplicados na semeadura.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Características e Localização da Área Experimental

O experimento foi conduzido em vasos plásticos sob ambiente protegido, no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, no município de Rio Verde, Goiás, cujo clima é Aw segundo classificação de Köppen e Geiger (1928), com inverno seco e verão chuvoso, temperatura média anual entre 20 e 30°C e média pluviométrica anual acima de 1500 mm.

4.2.2 Caracterização do Solo

O solo utilizado para o enchimento dos vasos foi o Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), argiloso, fase Cerrado (SANTOS et al., 2018), coletado na camada de 0,0 a 0,20 m de profundidade, em uma área que apresenta histórico de 10 anos cultivada com pastagem e cultura anuais. O solo foi depositado em unidades experimentais compostas por vasos plásticos de 30 L.

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo utilizado para enchimento dos vasos, Rio Verde – GO, 2018.

Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	K	K	S	P	CaCl ₂
----- cmol _c dm ⁻³ -----					----- mg dm ⁻³ -----			pH	
0,94	0,86	1,8	0,03	2,39	0,32	126	5,0	1,09	5,2
Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	CTC	SB	V%	m%
----- Micronutrientes (mg dm ⁻³) -----						cmol _c dm ⁻³		Sat. Bases	Sat. Al
1,0	21,4	22,52	4,25	1,13	0,09	4,51	2,12	47	1,4
Textura (g kg ⁻¹)			M.O.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
Argila	Silte	Areia	g dm ⁻³	----- Relação entre bases -----					
450	80	470	36,3	1,1	2,9	2,7	20,84	19,07	7,10

P (Mel), K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn = Melich 1; Ca, Mg, e Al = KCl 1N; S = Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc; M.O. = Método colorimétrico; B = BaCl₂.

4.2.3 Delineamento Experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), analisado em esquema fatorial 4x2, com três repetições. Os tratamentos foram reaplicados em quatro doses (D) do formulado 04-14-08 (NPK) referentes a 50, 100, 150 e 200% da recomendação que correspondem, 90 kg ha⁻¹ de Nitrogênio, 180 kg ha⁻¹ de fósforo e 40 kg ha⁻¹ de potássio para a

cultura do girassol, segundo Sousa e Lobato (2004) e duas fontes (F) do formulado NPK, mineral e organomineral da empresa Minoram em 96 vasos.

4.2.4 Implantação do experimento

Para o presente trabalho, foram utilizados 96 vasos plásticos com capacidade de 30 L. No fundo do vaso foi colocada uma tela e depois 5 cm de brita nº1. Posteriormente, efetuou-se o preenchimento com 30 kg de solo. Os vasos com 30 litros de solo e lisímetros tiveram suas unidades elevadas até a capacidade de campo, momento em que foram semeadas oito sementes por vaso/lisímetro de girassol.

Não houve tratamento de RH, todos os vasos foram irrigados uniformemente para que não houvesse déficit hídrico. Aos 15 dias após a semeadura (DAS), foi efetuado o desbaste das plantas, deixando-se apenas uma planta por vaso, mantidas até o final do ciclo da cultura.

4.2.5 Adubação do solo

A aplicação dos formulados nas respectivas fontes e dosagens foi efetuada no momento da semeadura, sendo que, no decorrer do experimento outras adubações foram realizadas nas unidades experimentais, sendo elas, adubações de cobertura aos 30 e 50 dias após a semeadura (DAS), nas seguintes dosagens: 30 DAS: 1,6 g de ureia e 0,21 g de ácido bórico, por unidade experimental e 50 DAS: 1,62 g de ureia, conforme a análise química do solo.

4.2.6 Variáveis analisadas

4.2.6.1 Variáveis morfológicas

Foram analisadas a altura da planta (AP-cm) e diâmetro do caule (DC-mm), aos 30, 60 e 90 DAS usando trena e paquímetro digital respectivamente; o número de folhas (NF) e área foliar (AF-cm²) aos 30,60,90 DAS por contagem visual e medida com régua graduada do comprimento de folhas iguais e superiores a 3 cm. O diâmetro do capítulo (DCAP) foi avaliado aos 90 DAS. O DCAP foi determinado pela média de duas medições feitas em sentido perpendicular na área de existência de aquênios em desenvolvimento.

A AF foi calculada através da equação $\sum AF = 1,7582L^{1,7067}$ sugerida por Maldaner et al. (2009) e utilizada por Furtado et al. (2017) em que, AF corresponde a área foliar de todas as folhas vivas, em cm²; e L igual a largura na porção mediana do limbo foliar, em cm.



Figura 1. Experimento girassol IFGoiano – Campus Rio Verde aos 60 DAS.

4.2.6.2 Matéria fresca e seca

Aos 80 DAS, foram suprimidos os tratamentos de RH para que ocorresse maturação fisiológica dos aquênios, cuja colheita foi realizada aos 90 DAS.

Na colheita, realizada ao 90 DAS, foram determinadas as massas frescas e secas das folhas (MFF e MSF), caule (MFC e MSC) e capítulo (MFCAP e MSCAP) e, massa de água (MA), e os teores de água das folhas (TAF), caule (TAC), capítulo (TACAP) e massa seca da parte aérea (MSA).

Para a determinação do MFF, MSF, MFC, MSC, MFCAP, MSCAP e MSA após a colheita as plantas foram divididas em folha + pecíolo, caule e capítulo, posteriormente acondicionadas em sacos de papel previamente identificados com os tratamentos e levadas para a estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por período de 72 horas, até massa constante, e em seguida, as massas secas foram determinadas em balança analítica de precisão com resolução de 0,001 g.

4.2.6.3 Produtividade

As variáveis analisadas para produtividade foram, massa seca de grãos por planta (MSGRÃO), produtividade (kg ha^{-1}) e Índice de colheita que é a razão entre $\text{Msgrão}/\text{mspartreses}+\text{msecagrãos}$

4.2.7 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o Teste F, ao nível de 5% de probabilidade cujas médias referentes aos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e a D por análise de regressão, quando significativos. O programa estatístico utilizado foi o *software* SISVAR® (FERREIRA, 2011)

4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.3.1 Variáveis biométricas

A análise de variância evidenciou efeito significativo das fontes NPK no diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) do girassol. Na Tabela 1, nota-se diferença significativa quando comparada com fontes mineral (M) e organomineral (OM), e, a fonte mineral mostrou superior à organomineral, nas três variáveis avaliadas, nos períodos de 30 e 60 dias após a semeadura (DAS). Para DC, foi observado aumento de 28,40% (2,61 cm) aos 30 DAS, e de 15,06% (1,91 mm) aos 60 DAS. Já para o NF, o aumento foi de 21,27% (2,41 folhas) aos 30 DAS, e de 14,44% (2,84 folhas) aos 60 DAS. Para AF, o aumento foi o maior observado, sendo eles de 47,69% (468,52 cm²) aos 30 DAS, e de 25,71 (4,82,28 cm²) aos 60 DAS.

De maneira geral, independentemente da época de avaliação, 30 ou 60 DAS, os maiores valores de DC, de NF e de AF, ocorreram quando do uso da fonte NPK mineral

Tabela 1. Diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) do girassol aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS), em função das fontes mineral (M) e organomineral (OM) de NPK, Rio Verde – GO, 2019.

Fonte	DC	NF	AF	DC	NF	AF
	(mm)		(cm ²)	(mm)		(cm ²)
	----- 30 DAS -----			----- 60 DAS -----		
M	9,19 a	11,33 a	982,44 a	12,68 a	19,67 a	1875,63 a
OM	6,58 b	8,92 b	513,92 b	10,77 b	16,83 b	1393,35 b

Valores com letras distintas na coluna, diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 2, que houve diferença significativa entre as fontes M e OM, para os parâmetros altura de planta (AP) aos 30, 60 e 90 DAS e diâmetro do capítulo aos 90 DAS, cuja fonte mineral proporcionou maior AP nas três épocas de avaliação e, também proporcionou maior DCAP, comparada à fonte organomineral. Para a AP, foi observado aumento de 26,06%

(12,63 cm) aos 30 DAS; 29,66% (33,33 cm) aos 60 DAS; e 8,06% (10,13 cm) aos 90 DAS. Já para o DCAP foi observado aumento de 17,96% (2,59 cm).

Tabela 2. Altura de planta (AP) aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS) e diâmetro do capítulo em função das fontes mineral (M) e organomineral (OM) de NPK, Rio Verde – GO, 2019.

Fonte	AP (cm)			DCAP (cm)
	30 DAS	60 DAS	90 DAS	-
M	48,46 a	111,25 a	125,71 a	14,42 a
OM	35,83 b	77,92 b	115,58 b	11,83 b

Valores com letras distintas na coluna, diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A maior eficácia da fonte mineral, possivelmente, foi em decorrência de que neste caso os nutrientes estão em forma mais prontamente disponíveis às plantas, enquanto que para a fonte organomineral, há necessidade de certo tempo, para que a matéria orgânica fornecida a partir de esterco animal passe pelo processo de decomposição. Dessa forma, a fonte orgânica causa melhoria do solo, porém, muitas vezes, é mais lenta quando comparada com a fonte mineral (Galbiatti, 1992), e explica, em parte, a diferença menor da efetividade das duas fontes para 90 DAS. No entanto, é importante destacar, o efeito benéfico da adição de fontes orgânicas ao solo, sobretudo naqueles que têm baixa capacidade de troca catiônica (SOUSA e LOBATO, 2004; ANDRADE et al., 2015), além de configurar em reciclagem de nutrientes ao solo (VALADÃO et al., 2011).

Na Figura 2A e 2B observa-se a relação DC e doses de NPK aos 30 DAS e 60 DAS, respectivamente, descritas por equações lineares em que a cada acréscimo de 50% na dose de NPK ocorreu aumento de 1,37 mm do DC aos 30 DAS, e de 0,87 mm aos 60 DAS.

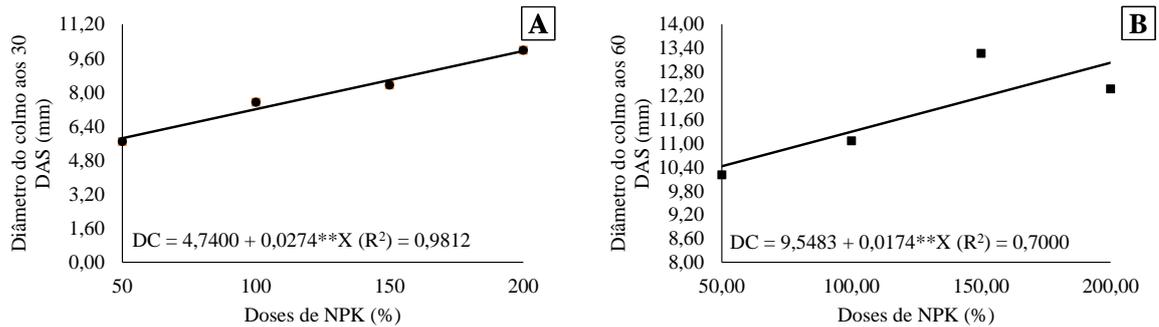


Figura 2. Diâmetro do caule (DC) do girassol aos 30 (A) e 60 (B) dias após a semeadura (DAS) em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2019.

Na Figura 3A, observa-se a relação do NF com as doses de NPK aos 30 DAS, em que para cada acréscimo de 50% da dose de NPK, houve aumento de 0,87 folhas. A relação entre área foliar e doses de NPK aos 30 DAS está ilustrada na Figura 3B, cuja relação adequou-se a um modelo linear, em que para cada 50% a mais de dose de NPK houve aumento de 227,68 cm² de área foliar. Para expressar relação doses de NPK e área foliar aos 60 DAS, os dados também ajustaram uma função linear, como mostra a Figura 3C, em que se observa para cada 50% de dose de NPK tem-se o acréscimo de 222,98 cm² de AF.

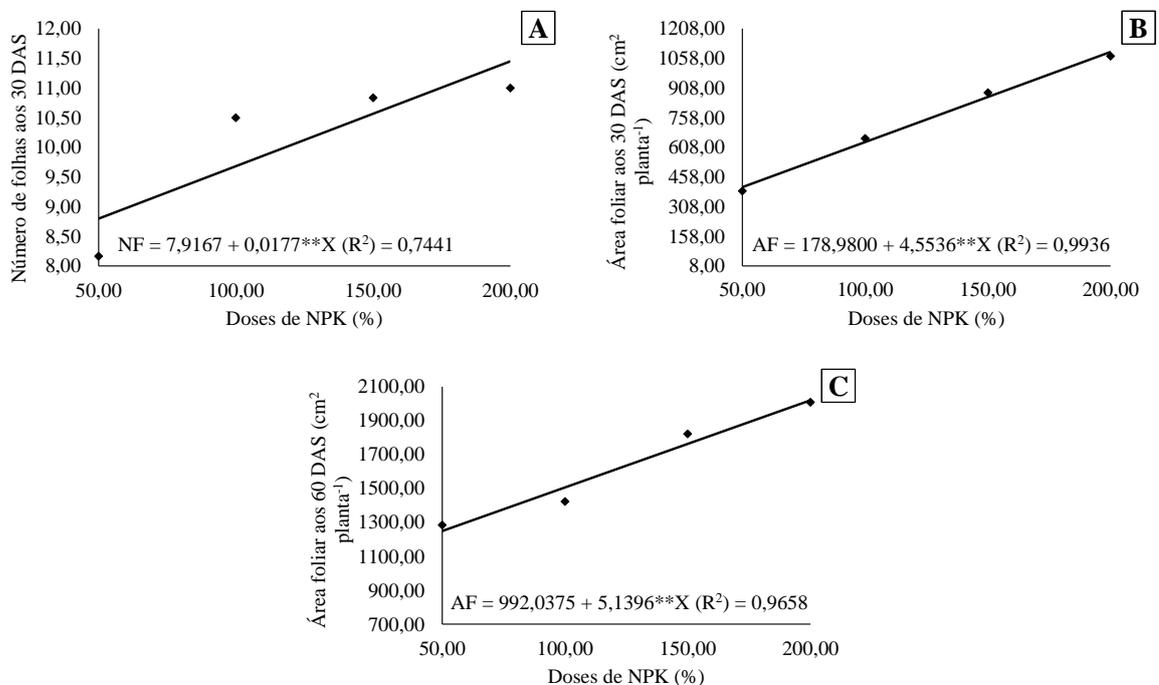


Figura 3. Número de folhas (NF) do girassol aos 30 dias após a semeadura (DAS) (A) e área foliar (AF) do girassol aos 30 (B) e 60 DAS (C), em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2019.

Para a fonte mineral (M), o DC aos 90 DAS não se adequou a nenhum dos modelos de regressão testados. Já para a fonte organomineral (OM), o DC adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, cuja dose de 184% proporcionou o maior DC, igual a 13,85 mm. Sendo, 12,97% superior ao DC estimado na dose de 50% (Figura 4A).

Ocorreu diferença estatística apenas na dose de 150% quando comparada com as fontes utilizadas (Figura 4B), em que a fonte M proporcionou o maior DC (19,80 mm), na ordem de 33,32% quando contrastada com a fonte OM.

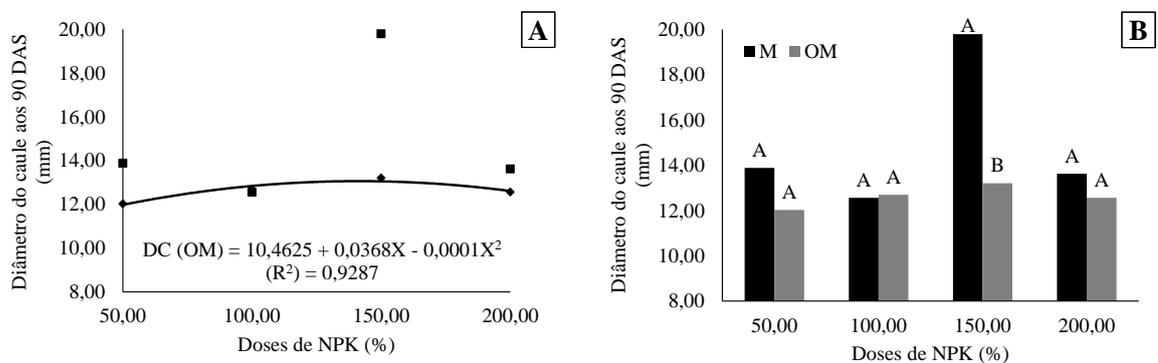


Figura 4. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o diâmetro do caule (DC) do girassol aos 90 dias após a semeadura (DAS), Rio Verde – GO, 2019.

Na Figura 5A, verifica-se que aos 30 DAS para cada 50% da dose de NPK a AP ocorreu acréscimo de 5,39 cm. Para os 60 DAS, foi observada que a relação entre AP e dose é descrita por uma função polinomial, como ilustra a Figura 5B, cujo ponto de máximo foi estimado coma dose 148,46% de NPK. Na Figura 2C, observa-se que também houve resposta quadrática em relação ao incremento da dose de NPK para a AP, aos 90 DAS, cujo ponto máximo foi estimado em dose de NPK.

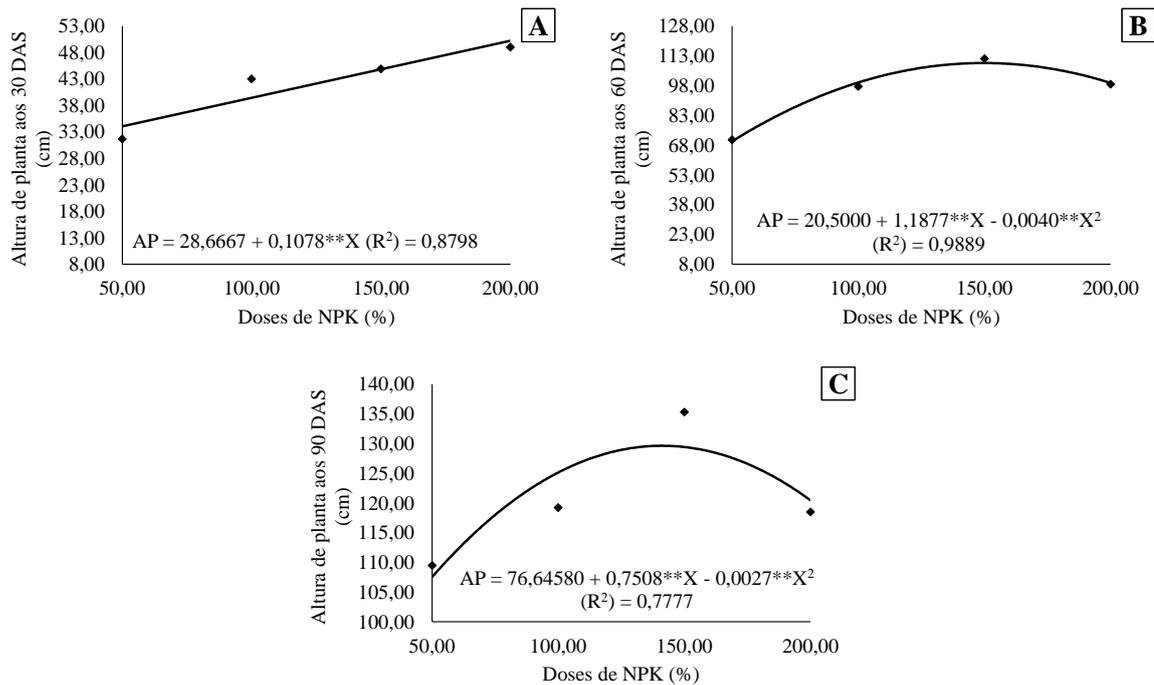
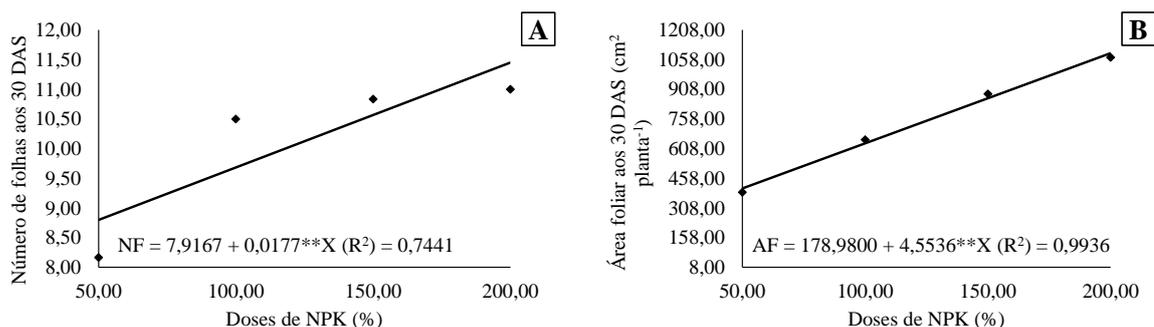


Figura 5. Altura de planta (AP) do girassol aos 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias após a semeadura (DAS) em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2019.

Na Figura 6A, observa-se a relação do NF com as doses de NPK aos 30 DAS, em que para cada acréscimo de 50% da dose de NPK, houve aumento de 0,87 folhas. A relação entre área foliar e doses de NPK aos 30 DAS está ilustrada na Figura 6B, cuja relação adequou-se ao modelo linear, em que para cada 50% a mais de dose de NPK houve aumento de 227,68 cm² de área foliar. Para expressar relação doses de NPK e área foliar aos 60 DAS, os dados também ajustaram a função linear, como mostra a Figura 6C, em que se observa para cada 50% de dose de NPK tem-se acréscimo de 222,98 cm² de AF.



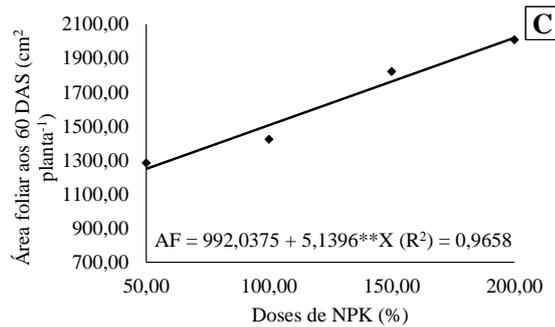


Figura 6. Número de folhas (NF) do girassol aos 30 (A) dias após a semeadura (DAS) e área foliar (AF) do girassol aos 30 (B) e 60 (C) DAS, em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2019.

Na Figura 7A, nota-se uma diferença no comportamento da AF aos 90 DAS, quando se contrastada as duas fontes de NPK utilizadas. Para a fonte mineral (M), a AF aos 90 DAS se adequou ao modelo de regressão linear decrescente, em que, a cada acréscimo de 50% na D ocorreu a redução de 15,17% na AF (581,19 cm² planta⁻¹). Já para a fonte organomineral (OM), a AF adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, cuja dose de 148,92% proporcionou a maior AF, igual a 1873,67 cm² planta⁻¹. Sendo, 26,42% superior a AF estimada na dose de 50%.

Ocorreu diferença estatística nas doses de 50, 100 e 150% quando comparada as fontes utilizadas (Figura 7B), em que a fonte M proporcionou a maior AF, na ordem de 63,41% (2390 cm² planta⁻¹), 46,85% (1551 cm² planta⁻¹) e 31,07% (848 cm² planta⁻¹) quando contrastada com a fonte OM, respectivamente.

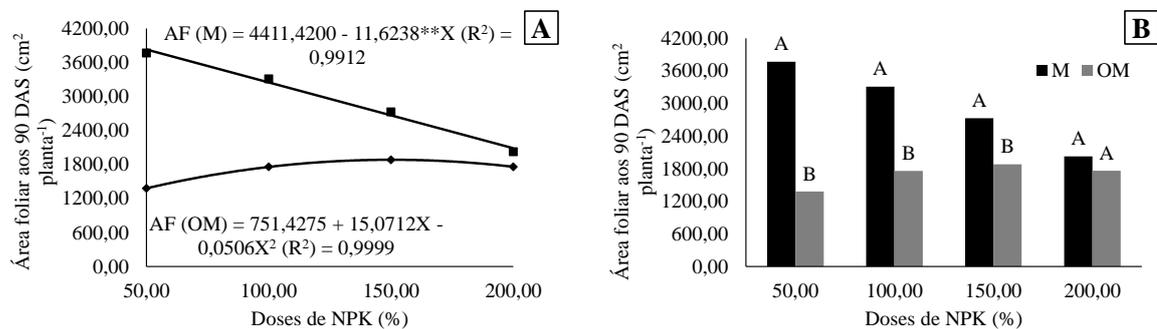


Figura 7. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para a área foliar (AF) do girassol aos 90 dias após a semeadura (DAS), Rio Verde – GO, 2019.

Campos et al. (2015) também observaram que a altura da planta, o diâmetro do caule, o número de folhas e área foliar do girassol foram afetados pela adubação com NPK, conforme o aumento das doses, observando comportamentos quadráticos e lineares. Segundo os autores, o suprimento correto de fósforo ao girassol aumenta o número folhas e a área foliar, ao ponto que, sua deficiência, reduz o número de folhas, por causa da senescência precoce das mesmas.

Os dados observados nas Figuras 2, 5 e 6 mostram que a cultura obteve melhores resultados quando foram aplicadas doses maiores que a recomendada (90, 180 e 40 kg ha⁻¹ respectivamente de NPK), conforme Sousa e Lobato (2004). Neste aspecto, um fator que possivelmente pode ter ocorrido e, assim, propiciar estes resultados, foi a perda de nitrogênio, reduzindo a eficiência da adubação. Segundo Freire et al. (2010) as perdas de N ocorrem pela volatilização de amônia (NH₃), e é corroborado por Souza e Soratto (2006), que mencionam quando a fonte complementar de N for ureia, sua perda pode ser ainda maior, quando comparado com o amônio.

4.3.2 Acúmulo de matéria seca e água

Ocorreu influência das fontes no momento da colheita apenas no peso fresco das folhas (PFF), peso seco do caule (PSC), peso de água (PA) e no peso seco da parte aérea (PSPA) do girassol. As doses das fontes de NPK influenciaram de forma isolada apenas o PFF e o PA. Ocorreu interação significativa F x D para o peso seco das folhas (PSF), peso fresco do caule (PFC), peso fresco do capítulo (PFCAP), peso seco do capítulo (PSCAP), teor de água do caule (TAC) e o teor de água do capítulo (TACAP) do girassol no momento da colheita.

De acordo com a Tabela 3, identifica-se diferença significativa quando comparada com fonte mineral (M) e organomineral (OM), tendo a fonte mineral superioridade em todas as variáveis avaliadas. As variáveis massa fresca das folhas (MFF), massa seca do caule (MSC), massa de água (MA) e massa seca da parte aérea (MSPA) tiveram aumento de 32,76% (13,6 g), 33,96% (12,72 g), 33,90% (89,94g) e 24,16% (29,12 g), respectivamente.

A superioridade das fontes minerais nos variáveis analisadas, faz sentido neste caso se for considerado que a presença de matéria orgânica reduz a absorção de fósforo (P), sendo essas reduções mesmo que em pequenas proporções, tendo em vista que o P é um elemento de grande importância, participando de vários processos metabólicos nas plantas Almeida et al. (2016).

Tabela 3. Peso fresca das folhas (PFF), massa seca do caule (PSC), massa de água (PA) e massa seca da parte aérea (PSPA), em função das fontes mineral (M) e organomineral (OM) de NPK, Rio Verde – GO, 2019.

Fonte	PFF	PSC	PA	PSPA
	g			
M	41,51 a	37,46 a	265,31 a	120,55 a
OM	27,91 b	24,74 b	175,37 b	91,43 b

Valores com letras iguais na coluna, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na figura 8A, há a relação entre peso fresco das folhas pelas doses de NPK, essa relação é descrita por uma função polinomial, em que seu ponto máximo está em 95,2%. Para a relação entre o peso de água e doses de NPK é expressa por uma função polinomial, como ilustra a figura 8B, tendo seu ponto máximo nos 105,80% da dose de NPK.

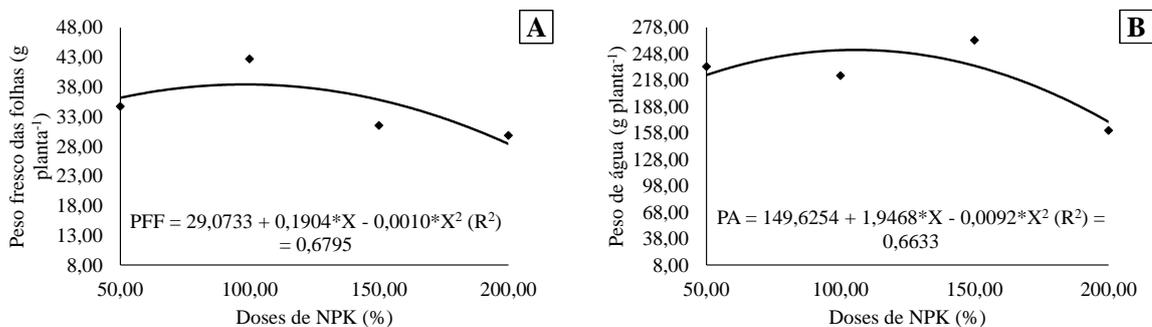


Figura 8. Peso fresco das folhas (PFF) e peso de água da parte aérea (PA) do girassol no momento da colheita, em função das doses de NPK, Rio Verde – GO, 2019.

Na Figura 9A, nota-se a diferença no comportamento do PSF no momento da colheita, quando contrastada com as duas fontes de NPK utilizadas. Para a fonte organomineral (OM), o PSF se adequou ao modelo de regressão linear decrescente, em que, a cada acréscimo de 50% na D ocorreu a redução de 3,68% no PSF (0,73 g planta⁻¹). Já para a fonte mineral (M), o PSF adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, cuja dose de 122,04% proporcionou o maior PSF, igual a 30,76 g planta⁻¹. Sendo, 20,24 e 23,71% superior ao PSF estimado nas doses de 50% e 200%.

Ocorreu diferença estatística nas doses de 100, 150 e 200% quando comparadas as fontes utilizadas (Figura 9B), em que a fonte M proporcionou o maior PSF, na ordem de 71,83% (13,61 g planta⁻¹), 27,70% (7,25 g planta⁻¹) e 22,77% (5,19 g planta⁻¹) quando contrastada com a fonte OM, respectivamente.

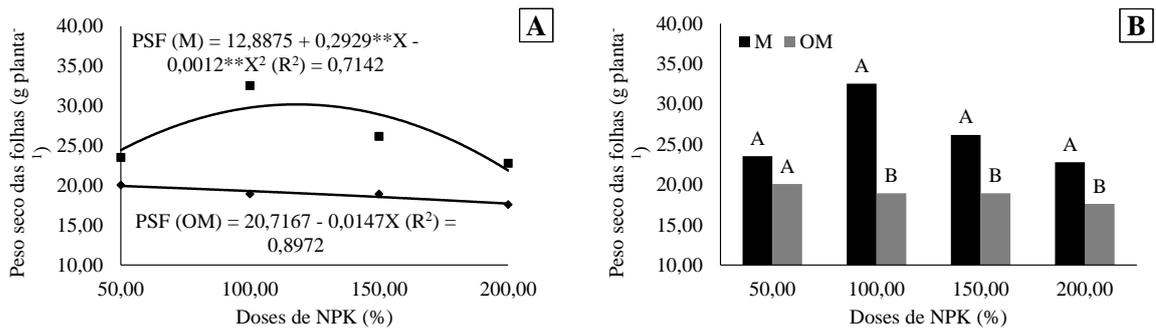


Figura 9. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o peso seco das folhas (PSF) do girassol no momento da colheita, Rio Verde – GO, 2019.

O peso fresco do caule (PFC) não se adequou a nenhum dos modelos de regressão testados, tanto para a fonte M e OM (Figura 10A). Porém, o desvio da regressão foi significativo, indicando que outros modelos de adequam ao comportamento desta variável.

Ocorreu diferença estatística apenas na dose de 150% quando comparada com as fontes utilizadas (Figura 10B), em que a fonte M proporcionou o maior PFC (143,22 g planta⁻¹), na ordem de 62,69% quando contrastada com a fonte OM.

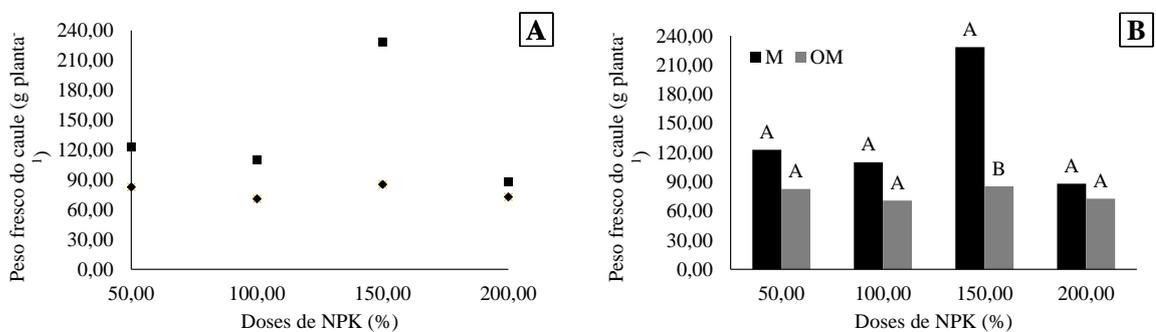


Figura 10. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o peso fresco do caule (PFC) do girassol no momento da colheita, Rio Verde – GO, 2019.

Na Figura 11A, nota-se a diferença no comportamento do PFCAP no momento da colheita do girassol, quando contrastada com as duas fontes de NPK utilizadas. Para a fonte mineral (M), o PFCAP se adequou ao modelo de regressão linear decrescente, em que, a cada acréscimo de 50% na D ocorreu a redução de 11,68% no PFCAP (29,31 g planta⁻¹). Já para a fonte organomineral (OM), o PFCAP adequou-se a equação polinomial do segundo grau, cuja

dose de 117,30% proporcionou maior PFCAP, igual a 180,61 g planta⁻¹. Sendo, 32,472% superior ao PFCAP estimado na dose de 50%.

Ocorreu diferença estatística apenas nas doses de 50 e 100% quando comparadas com as fontes utilizadas (Figura 11B), em que a fonte M proporcionou o maior PFCAP, na ordem de 33,62% (81,94 g planta⁻¹) e 36,29% (86,78 g planta⁻¹) quando contrastada com a fonte OM, respectivamente.

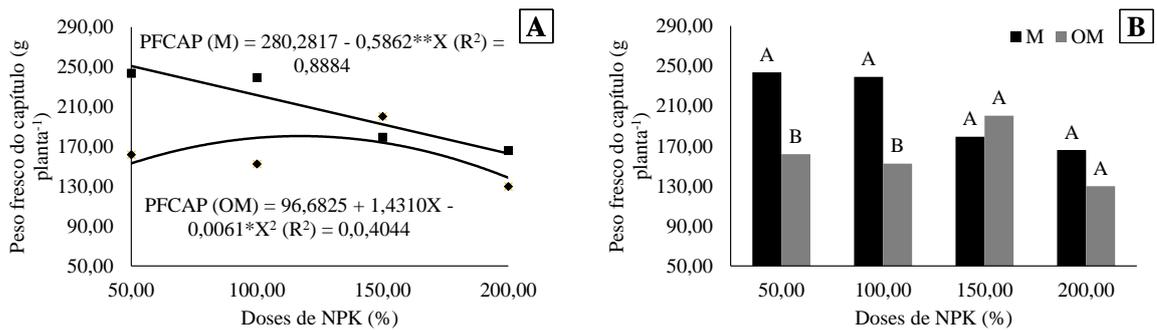


Figura 11. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o peso fresco do capítulo (PFCAP) do girassol no momento da colheita, Rio Verde – GO, 2019.

Para a fonte organomineral (OM), o PFCAP se adequou ao modelo de regressão linear crescente, em que, a cada acréscimo de 50% na D ocorreu o incremento de 5,78% no PSF (3,03 g planta⁻¹). Já para a fonte mineral (M), o PFCAP adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, cuja dose de 171,25% proporcionou maior PFCAP, igual a 49,14 g planta⁻¹. Sendo, 32,37 e 2,62% inferior ao PFCAP estimado nas doses de 50% e 200% (Figura 12A).

Ocorreu diferença estatística nas doses de 50 e 100% quando comparadas com as fontes utilizadas (Figura 12B), em que a fonte M proporcionou o maior PFCAP, na ordem de 41,38% (29,80 g planta⁻¹) e 22,23% (13,01 g planta⁻¹) quando contrastada com a fonte OM, respectivamente.

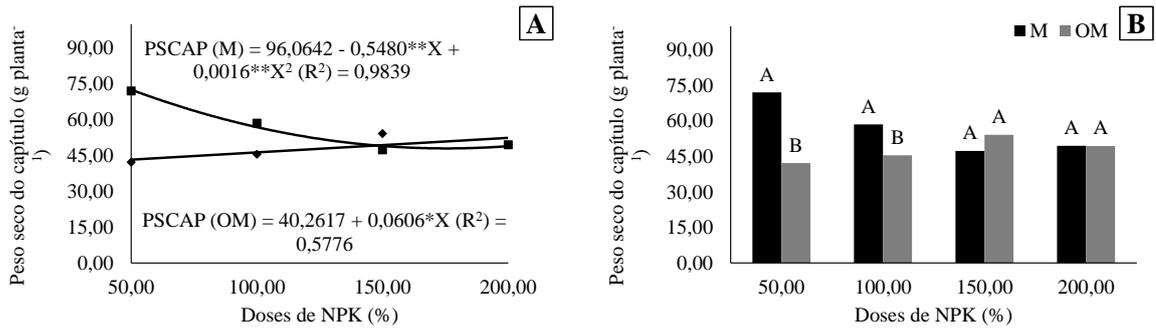


Figura 12. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o peso seco do capítulo (PSCAP) do girassol no momento da colheita, Rio Verde – GO, 2019.

Contrastante aos resultados encontrados neste estudo, Oliveira (2018) concluiu que a fonte OM promoveu efeito superior no diâmetro de colmo, largura da folha e na produtividade de grãos do milho, quando comparada com a fonte M. Tendo como justificativa a maior disponibilidade de nutrientes, efeito residual, menor adsorção do P no solo devido a presença da matéria orgânica fornecida pela fonte e menor lixiviação de potássio (GARCIA et al., 2015; ALMEIDA et al., 2016; MALAQUIAS; SANTOS, 2017).

Com relação ao TAC, para a fonte mineral (M), não se adequou a nenhum dos modelos de regressão testados. Já para a fonte organomineral (OM), o TAC adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, cuja dose de 104,95% proporcionou menor TAC, igual a 27,66 g planta⁻¹. Sendo, 9,84 e 24,62% inferior ao TAC estimado nas doses de 50 e 200%, respectivamente (Figura 13A).

Ocorreu diferença estatística apenas na dose de 150% quando comparada com as fontes utilizadas (Figura 13B), em que a fonte M proporcionou o maior TAC (54,66 g planta⁻¹), na ordem de 49,39% quando contrastada com a fonte OM.

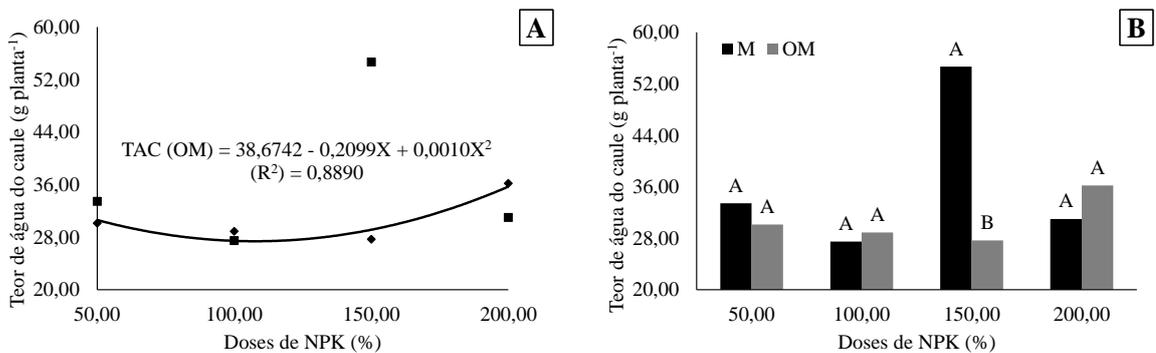


Figura 13. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o teor de água do caule (TAC) do girassol no momento da colheita, Rio Verde – GO, 2019.

Com relação ao TACAP, para a fonte mineral (M), não se adequou a nenhum dos modelos de regressão testados. Já para a fonte organomineral (OM), o TACAP adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, cuja dose de 122,27% proporcionou maior TACAP, igual a 67,84 g planta⁻¹. Sendo, 8,47 e 9,80% superior ao TACAP estimado nas doses de 50 e 200%, respectivamente (Figura 14A).

Ocorreu diferença estatística apenas na dose de 150% quando comparada as fontes utilizadas (Figura 14B), em que a fonte OM proporcionou maior TACAP (68,93 g planta⁻¹), na ordem de 39,0% quando contrastada com a fonte M.

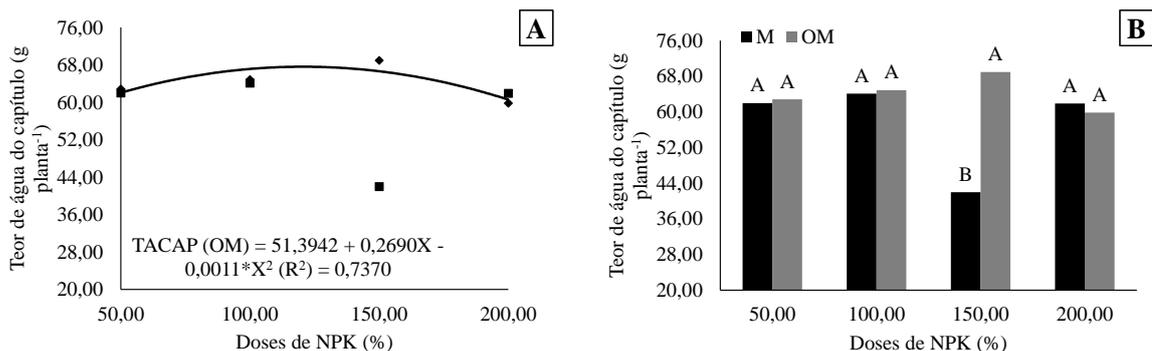


Figura 14. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o teor de água do capítulo (TACAP) do girassol no momento da colheita, Rio Verde – GO, 2019.

4.3.3 Índices produtivos

Para os índices produtivos não ocorreu efeito isolado das fontes e das doses utilizadas, apenas efeito de interação, em que, este efeito foi significativo para o peso seco dos grãos (PSGRAO), produtividade de grãos (PROD) e índice de colheita (IC) do girassol.

Na Figura 15A, nota-se semelhança no comportamento do PSGRAO no momento da colheita do girassol, quando se contrastada as duas fontes de NPK utilizadas. Para ambas as fontes, M e OM, o PSGRAO se adequou ao modelo de regressão polinomial do segundo grau, cuja dose de 162,09% para a fonte M proporcionou maior PSGRAO, igual a 42,01 g planta⁻¹. Sendo, 68,78 e 7,86% superior ao PSGRAO estimado nas doses de 50 e 200%, respectivamente.

Ocorreu diferença estatística apenas nas doses de 50, 150 e 200% quando comparadas com as fontes utilizadas (Figura 15B), em que a fonte M proporcionou maior PSGRAO nas

doses de 150 e 200%, na ordem de 31,81% (14,39 g planta⁻¹) e 25,59% (9,67 g planta⁻¹), respectivamente. Na dose de 50% a fonte OM proporcionou maior PSGRAO ao girassol, superior 14,24% (2,37 g planta⁻¹) em comparação ao obtido quando se utilizada a fonte M.

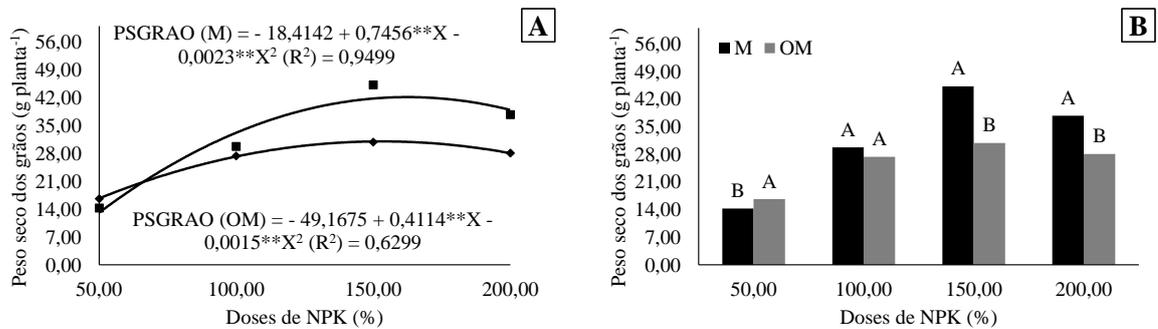


Figura 15. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o peso seco dos grãos (PSGRAO) do girassol no momento da colheita, Rio Verde – GO, 2019.

Resultados semelhantes para a massa seca de grãos foram encontrados por trabalhos realizados por Pereira et al. (2012) e Costa et al. (2018), com as culturas do milho e da soja em função da adubação com diferentes doses de adubação organomineral, em que, a adubação mineral e organomineral apresentaram diferença significativas na massa seca dos grãos.

Na Figura 16A, nota-se semelhança no comportamento da PROD do girassol, quando se contrastada as duas fontes de NPK utilizadas. Para ambas as fontes, M e OM, o PSGRAO se adequou ao modelo de regressão polinomial do segundo grau, cuja dose de 162,46% para a fonte M proporcionou o maior PSGRAO, igual a 2318,13 kg ha⁻¹. Sendo, 68,48 e 7,67% superior a PROD estimada nas doses de 50 e 200%, respectivamente.

A elevação da dose a partir da citada anteriormente provocou reduções na produtividade, quando se utilizada a fonte M, este fato pode estar relacionado a composição do fertilizante mineral, em que, as matérias-primas utilizadas, principalmente a ureia e cloreto de potássio, são de alta solubilidade, afetando a disponibilidade dos nutrientes (COSTA et al., 2018). A dose de 50% foi a que proporcionou a menor produtividade de grãos do girassol, pela limitação de nutrientes para a planta se desenvolver adequadamente.

Ocorreu diferença estatística apenas nas doses de 50, 150 e 200% quando comparadas com as fontes utilizadas (Figura 16B), em que a fonte M proporcionou maior PROD nas doses de 150 e 200%, na ordem de 31,81% (791,56 kg ha⁻¹) e 25,59% (531,81 kg ha⁻¹),

respectivamente. Na dose de 50% a fonte OM proporcionou maior PROD ao girassol, superior 14,24% (130,39 kg ha⁻¹) em comparação ao obtido quando se utilizava a fonte M.

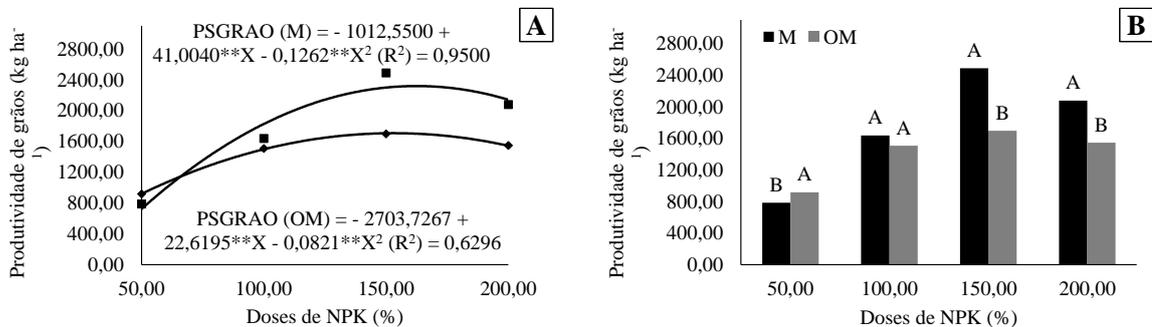


Figura 16. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para a produtividade de grãos (PROD) do girassol, Rio Verde – GO, 2019.

Maior valor de produtividade dos grãos de girassol logo no segundo ciclo de adubação organomineral em comparação com a produtividade obtida quando se utilizava a fonte mineral, na dose de 50% da recomendação, é um indicativo dos benefícios a médio e longo prazo da fração orgânica desta fonte, como resultante do aumento da fertilidade do solo, devido ao incremento de matéria orgânica e outros nutrientes, ou seja, melhoria dos atributos físico-químicos do solo. Por conta deste efeito residual, diversos estudos evidenciam a influência positiva dos adubos orgânicos no pH do solo, aumento da saturação por bases e da capacidade de troca catiônica (KURTZ, 2013; HIGASHIKAWA et al. 2017).

Contrastante com os resultados obtidos neste estudo, Costa et al. (2018), em estudo com adubação organomineral e mineral na cultura da soja, observaram que o fertilizante organomineral formulado em mistura de grânulos não promoveu acréscimo de produtividade em comparação com fertilizante mineral tradicional nas doses testadas.

Na Figura 17A, nota-se semelhança no comportamento do IC do girassol, quando se contrastada com as duas fontes de NPK utilizadas. Para ambas as fontes, M e OM, o IC se adequou ao modelo de regressão polinomial do segundo grau, cuja dose de 194,44% para a fonte M proporcionou o maior IC, igual a 0,29. Sendo, 65,43% superior ao IC estimado na dose de 50%.

Ocorreu diferença estatística apenas nas doses de 50 e 150% quando comparadas com as fontes utilizadas (Figura 17B), em que a fonte M proporcionou o maior IC na dose de 150%, na ordem de 11,23% (0,03). Na dose de 50% a fonte OM proporcionou o maior IC ao girassol, superior 36,15% (0,06) em comparação ao obtido quando se utilizava a fonte M.

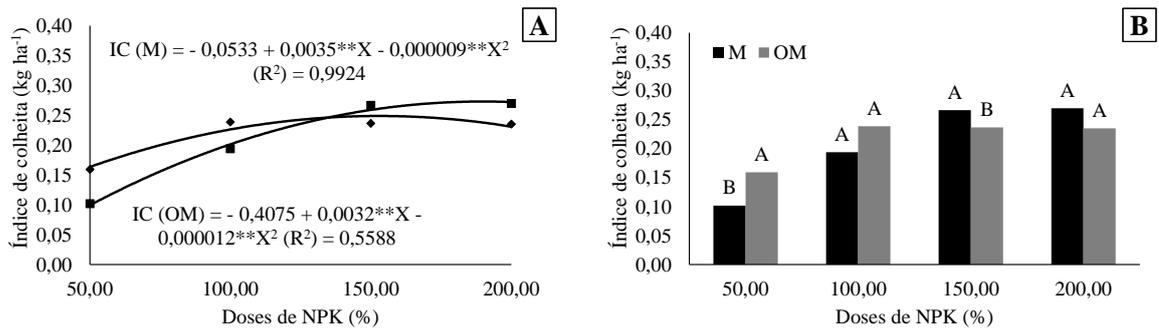


Figura 17. Desdobramento da interação doses x fontes de NPK (Mineral – M e Organomineral – OM) para o índice de colheita (IC) do girassol, Rio Verde – GO, 2019.

A biodisponibilidade dos nutrientes provenientes da fonte OM é mais lenta e gradativa, pela fração orgânica presente nesta fonte, que necessita da ação de microrganismos do solo para que ocorra a mineralização desta fração e os nutrientes fiquem disponíveis à absorção pelas plantas. Devido a isto, resultados inferiores ou semelhante e mais demorados das fontes OM em detrimento as fontes M são comuns em diversos estudos (COSTA et al., 2018).

Como por exemplo o que ocorre com o fósforo, os adubos organominerais disponibilizam este nutriente de forma lenta e a sua solubilização é gradativa, pois a matéria orgânica a matéria orgânica mineralizada é rica em ácidos húmicos e possui a capacidade de aumentar a disponibilidade de cargas negativas na região de liberação, com o avançar do tempo, esta fonte tende a aumentar a disponibilidade de fósforo (KIEHL, 2008).

Devido a isto, os resultados inferiores no acúmulo de matéria seca, crescimento e nos índices produtivos observados neste estudo, quando utilizada a fonte OM na dosagem de 100% da recomendação, quando se comparada a fonte M, são justificáveis num primeiro momento de utilização deste tipo de adubação em culturas anuais, como é o caso do girassol.

Sendo assim, alguns trabalhos, como o de Rosset et al. (2016), concluem e recomendam a adubação organomineral como forma de complementar a mineral efetuada no plantio da cultura do tomate, aumentando a produção do tomateiro, quando comparado aquele que foi adubado apenas com a adubação mineral.

4.4 CONCLUSÕES

A fonte mineral NPK proporcionou maior diâmetro do caule, número de folhas, e área foliar do girassol aos 30 e 60 dias após a semeadura, comparada à fonte organomineral.

As maiores alturas de planta de girassol, aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura, foram obtidas com o emprego da fonte mineral de NPK, comparada à fonte organomineral.

O maior diâmetro do capítulo foi obtido com a fonte NPK mineral, independentemente da dose aplicada.

As maiores alturas de planta de girassol, aos 30 e 60 dias após a semeadura foram estimadas, respectivamente, com doses próximas a 140 e 150% de a recomendada para a região de Cerrado,

O diâmetro do caule do girassol aos 30 e aos 60 dias após a semeadura aumentou linearmente com incremento da dose aplicada, independentemente da fonte de NPK (mineral ou organomeiral).

Independentemente da fonte de NPK (mineral ou organomeiral) o número de folhas da planta de girassol, girassol aos 30 dias após a semeadura (DAS), assim como a área foliar aos 30 e 60 DAS foram proporcionais à dose de aplicada.

A fonte NPK mineral proporcionou maior massa fresca das folhas, massa seca do caule, massa de água e massa seca da parte aérea do girassol do que a organomineral.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, T., POCOJESKI, E., NESI, C. N., SILVA, L. S. & OLIVEIRA, J. P. M. Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho. *Scientia Agraria*, v.17, p. 29-35, 2016.
- ANDRADE, C. A. de; BIBAR, M. P. S.; COSCIONE, A. R.; PIRES, A. M. M; SOARES, Á. G. Mineralização e efeitos de biocarvão de cama de frango sobre a capacidade de troca catiônica do solo **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.5, p.407-416, maio 2015.
- CAMPOS, V. B.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, O. C. Adubação com NPK e irrigação do girassol em Luvissole: Comportamento vegetativo. **Rev. Ambient. Água**, v.10, n.1, 2015.
- COSTA, F. K. D.; MENEZES, J. F. S.; ALMEIDA JUNIOR, J. J.; SIMON, G. A.; MIRANDA, B. C.; LIMA, A. M.; LIMA, M. S. Desempenho agrônômico da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. **Nucleus**, v. 15, n. 2, out., 2018.
- FREIRE, F. M., VIANA, M. C. M., MASCARENHAS, M. H. T., PEDROSA, M. W., COELHO, A. M. & ANDRADE, C. L. T. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 9, p. 213-222, 2010.
- FURTADO, G. de F.; CHAVES, L. H. G.; SOUZA, L. de P.; SOUSA JUNIOR, J. R.; LIMA, G. S. de; SOUSA, J. R. M. Índices fisiológicos do girassol em função da adubação com biocarvão e NPK. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.7, p.1924-1933, 2017.
- GALBIATTI, J. A. 1992. Efeito do uso contínuo de efluente de biodigestos sobre algumas características físicas do solo e o comportamento do milho (*Zea Mays* L.). **Universidade Estadual Paulista**, 1992.
- GARCIA, J. C., BONETI, J. E. B., AZANIA, C. A. M., BELUCCI, L. R.; VITORINO, R. Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico. **Revista**
- HIGASHIKAWA, F. S.; MENEZES JUNIOR, F. O. G. Adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós - colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, 2017.
- KIEHL, E. J. Fertilizantes Organominerais - 2.ed. Piracicaba, **Desgaspari** Piracicaba – SP 2008.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KURTZ, C.; ERNANI, P. R.; PAULETTI, V.; MENEZES JUNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J. Produtividade e conservação de cebola afetadas pela adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 559–567, dez. 2013.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v.11, n.5, p.501-512, 2017.

PEREIRA, M. A. M. et al Adubação Organomineral na Cultura do Milho sob Cultivo Consecutivo. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. **Anais**. - Águas de Lindóia - 26 a 30 ago. 2012.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE P. K. T; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F; COELHO, M. R; ALMEIDA, J. A de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 5 ed. ver. amp., 2018.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa-CPA, p. 416, 2004.

SOUZA, E. F. C. & SORATTO, R. P. 2006. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 5, 395-405.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 613, 2017.

VALADÃO, F. C. A.; MAAS, K. D. B.; WEBWE, O. L. S.; JUNIOR, D. D. V.; SILVA, T. J. Variação nos Atributos do solo em sistema de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.35, n. 22, p. 2073-2082, 2011.