

Crescimento e desenvolvimento do girassol irrigado e adubado com organomineral
Growth and development of sunflower irrigated and fertilized with organomineral
Crecimiento y desarrollo de girasol regado y fertilizado con organomineral

Recebido: 14/06/2020 | Revisado: 29/06/2020 | Aceito: 01/07/2020 | Publicado: 18/07/2020

Gustavo Quereza de Freitas

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8994-7027>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: gustavo.quereza@ifgoiano.edu.br

Fernando Rodrigues Cabral Filho

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5090-5946>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: fernandorcfilho@hotmail.com

Marconi Batista Teixeira

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0152-256X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: marconibt@gmail.com

Daniely Karen Matias Alves

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7427-7545>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: daniely_karen@hotmail.com

Fernando Nobre Cunha

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8489-7625>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: fernandonobrecunha@hotmail.com

Jaqueline Aparecida Batista Soares

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6772-3885>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: jaquelineab.soares@gmail.com

Luiz Fernando Gomes

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8279-7409>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: luizfernandoz4@hotmail.com

Resumo

O cultivo do girassol (*Helianthus annuus* L.) na segunda safreinha, 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 do clima nesta época do ano. Objetivou-se no presente estudo, avaliar o crescimento e desenvolvimento da cultura do girassol cultivada sob diferentes condições de déficit hídrico e, níveis de adubações com NPK de origem mineral e organomineral. O experimento foi conduzido em vasos plásticos preenchidos com Latossolo Vermelho distroférrico, 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 $4 \times 4 \times 2$, 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 de 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. O aumento na reposição hídrica proporciona a maior altura de planta e diâmetro de caule. As reposições hídricas de 125 e 103% proporcionaram os maiores acúmulos de matéria seca das folhas e do caule, da cultura do girassol. Na dosagem de 50% da recomendação de NPK, a fonte organomineral mostrou-se superior a mineral, para a massa seca das folhas e massa fresca do caule.

Palavras-chave: Déficit hídrico; Macronutrientes; Fertilizante mineral; Fertilizante organomineral.

Abstract

The cultivation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the second off-season, in the Brazilian Midwest region is an important economic and ecological strategy for the production system, whose knowledge of its water and nutritional needs is indispensable, due to the climate conditions at this time of year. The objective of the present study was to evaluate the growth and development of sunflower cultivation grown under different water deficit conditions and fertilizer levels with mineral and organomineral NPK. The experiment was conducted in plastic vases filled with dystrophic Red Latosol, located in an experimental area of the Federal Goiano Institute, in the municipality of Rio Verde, Goiás. The experimental design used was the randomized blocks analyzed in a $4 \times 4 \times 2$ factorial scheme, with three repetitions. 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 the formulated NPK referring to 50, 100, 150 and 200% of the recommendation and two sources of the formulated NPK, mineral and organomineral. Water replacements were determined using electronic weighing lysimeters and water applied via a surface drip system. The increase in water replacement provides the highest plant height and stem diameter. The water replenishment of 125 and 103% provided the largest accumulation of dry matter of the leaves and stem, of the sunflower culture. At a dosage of 50% of the NPK recommendation, the organomineral source was superior to the mineral, for the dry mass of the leaves and fresh mass of the stem.

Keywords: Water deficit; Macronutrients; Mineral fertilizer; Organomineral fertilizer.

Resumen

El cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la segunda temporada baja, en la región del Medio Oeste de Brasil, es una estrategia económica y ecológica importante para el sistema de producción, cuyo conocimiento de sus necesidades hídricas y nutricionales es indispensable, debido a las condiciones climáticas en esta época del año. El objetivo del presente estudio fue evaluar el crecimiento y desarrollo del cultivo de girasol en diferentes condiciones de déficit hídrico y niveles de fertilización con NPK mineral y organomineral. El experimento se realizó en macetas de plástico llenas de Red Latosol distrófico, ubicado en un área experimental del Instituto Federal Goiano, en el municipio de Río Verde, Goiás. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar analizados en un esquema factorial $4 \times 4 \times 2$, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron las combinaciones de cuatro reemplazos de agua equivalentes al 50, 75, 100 y 125% de la capacidad de agua disponible en el suelo; cuatro dosis del NPK formulado que se refieren al 50, 100, 150 y 200% de la recomendación y dos fuentes del NPK formulado, mineral y organomineral. Los reemplazos de agua se determinaron utilizando lisímetros de pesaje electrónicos y agua aplicada a través de un sistema de goteo de superficie. El aumento en el reemplazo de agua proporciona la altura más alta de la planta y el diámetro del tallo. La reposición de agua de 125 y 103% proporcionó la mayor acumulación de materia seca de las hojas y el tallo, del cultivo de girasol. A la dosis del 50% de la recomendación de NPK, la fuente organomineral fue superior al mineral, para la masa seca de las hojas y la masa fresca del tallo.

Palabras clave: Déficit de agua; Macronutrientes; Fertilizante mineral; Fertilizante organomineral.

1. Introdução

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) no Brasil. O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie vegetal com grande potencial de exploração para esta finalidade, sendo utilizada na alimentação humana, na confecção de rações para animais e na produção de biodiesel (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 agronômicas empregadas no cultivo (Viana et al., 2018). Apesar de o girassol ser considerado resistente à seca, o déficit hídrico tem afetado negativamente a sua produção de fitomassa, aquênios e óleo, assim faz-se necessário a adoção de sistema de irrigação no cultivo desta cultura, para a obtenção de altas produtividades (Oliveira et al., 2012; Soares et al., 2015).

Para 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).

Outro fator impactante na produção do girassol é a adubação. Segundo Soares et al. (2016) para a manutenção de produtividades elevadas e economicamente viáveis, é necessária uma adequada recomendação de adubação. Aliado a estes dois aspectos, de forma a garantir as elevadas produtividades e sustentabilidade da produção, tem-se o advento da utilização da adubação organomineral, que compreende, uma mistura de fertilizantes minerais e matérias orgânicas, oriundas da produção de aves, suínos e bovinos, ricos em macro e micronutrientes, além da matéria orgânica (Malaquias; Santos 2017).

A utilização de fertilizantes organominerais tem crescido nos últimos anos, em alguns casos a 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; Malaquias; Santos 2017).

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 cultura de utilização na segunda safra "safrinha", no lugar do milho na região Centro-Oeste brasileira (Schwerz et al., 2015).

Diante do exposto, objetivou-se, no presente estudo, avaliar o crescimento e

desenvolvimento da cultura do girassol cultivada sob diferentes disponibilidades condições de déficit hídrica e, níveis de adubações com NPK de origem mineral e organomineral.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido em vasos plásticos sob ambiente protegido localizado em área experimental do Instituto Federal Goiano, no município de Rio Verde, Goiás. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima é Aw segundo classificação de Köppen e Geiger (1928), com inverno seco e verão chuvoso, temperatura média anual entre 20 e 25 °C e média pluviométrica anual acima de 1500 mm.

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

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) analisado em esquema fatorial 4×4×2 com três repetições. Os tratamentos foram, quatro reposições hídricas (RH) iguais a 50, 75, 100 e 125% da capacidade de água disponível no solo, quatro doses (D) do formulado 04-14-08 (NPK) referentes a 50, 100, 150 e 200% da recomendação (50 kg ha⁻¹ de Nitrogênio – 180 kg ha⁻¹ de Fósforo – 100 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 SuperBac.

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 formulado 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 realizada em Laboratório privado especializado, Tabela 1.

Tabela 1. Análise físico-química do Latossolo Vermelho distroférico utilizado para enchimento dos vasos, Rio Verde – GO.

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

¹P (Fósforo): Mehlich 1, K (Potássio), Na (Sódio), Cu (Cobre), Fe (Ferro), Mn (Manganês) e Zn (Zinco): Melich 1; Ca (Cálcio), Mg (magnésio), e Al (Alumínio): KCl 1 mol L⁻¹; S (Enxofre): Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol L⁻¹; M.O. (Matéria orgânica): Método colorimétrico; B (Boro): água quente. Capacidade de troca catiônica (CTC); soma de bases (SB); saturação de bases (V%); saturação de alumínio (m%). Autor (2020)

Os vasos com 30 L de solo e lisímetros tiveram suas umidades elevadas até a capacidade de campo, momento em que foram semeadas oito sementes por vaso/lisímetro de girassol cv. Aguará 6.

Os níveis de RH foram manejados através de quatro lisímetros de pesagem eletrônica construídos com duas dimensões diferentes. 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 eram armazenados em intervalo de 15, 30 e 60 min e também mostrados em módulo indicador de pesagens modelo 3101C da Alfa Instrumentos[®].

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 motor-bomba.

Foram analisadas à altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS) usando trena e paquímetro digital; o diâmetro do capítulo (DCAP) foi avaliado aos 60 e 80 DAS. O DCAP foi determinado pela média de duas medições feitas em sentido perpendicular na área de existência de aquênios em desenvolvimento. Aos 80 DAS, foram suprimidos os tratamentos de RH para que ocorresse maturação fisiológica dos aquênios.

Foram determinadas as massas frescas e secas das folhas (MFF e MSF), caule (MFC e MSC) e capítulo (MFCAP e MSCAP). Para a determinação do MFF, MSF, MFC, MSC, MFCAP e MSCAP, as plantas foram divididas em folha + pecíolo, caule e capítulo, posteriormente acondicionadas em sacos de papel previamente identificados com os

tratamentos e levadas 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.

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o Teste F, ao nível de 5% de probabilidade cujas médias referentes aos tratamentos de F 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. Resultados e Discussão

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). O fator dose de NPK (D) influenciou de forma significativa aos 40 e 80 DAS a AP, aos 20 DAS o DC. Para a AP, houve efeito significativo da interação RH × D aos 80 DAS (Tabela 2).

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

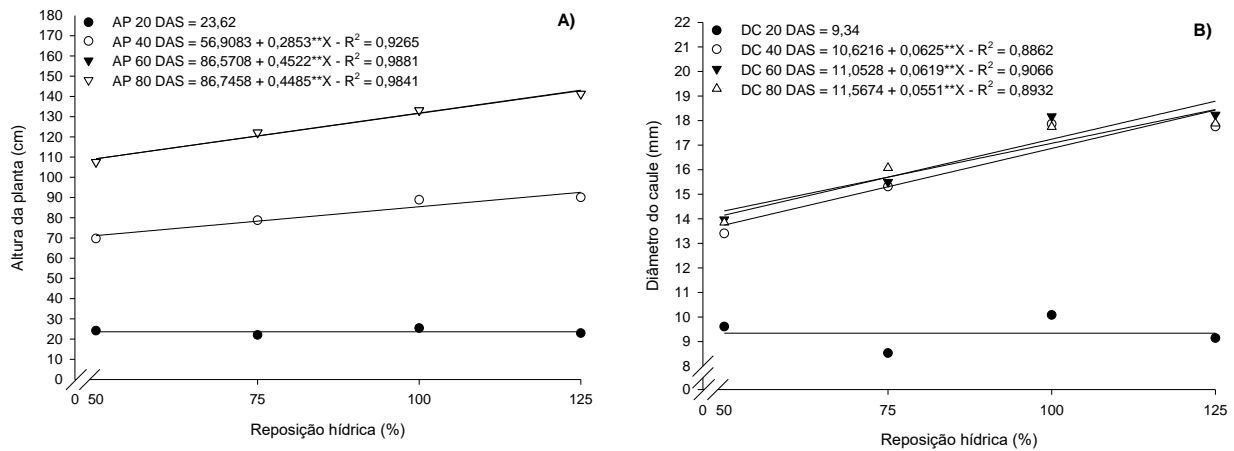
Fonte de Variação	GL	Quadrado médio			
		Altura de planta (cm)			
		20 DAS ¹	40 DAS	60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	0,60	2196,78*	5172,87**	5110,28**
Bloco	2	0,08	353,34	472,26	545,69
Resíduo (a)	6	0,58	343,74	146,20	174,97
Dose (D)	3	1,50	2352,61**	794,73	839,73*
Interação RH × D	9	0,23	232,03	272,02	188,75
Resíduo (b)	6	0,67	169,99	245,60	164,46
Fonte (F)	1	0,52	2,04	256,76	250,26
Interação RH × F	3	0,05	181,81	40,76	15,48
Interação D × F	3	0,01	5,15	198,62	454,70**
Interação RH × D × F	9	0,17	75,44	146,65	151,70
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

Fonte de Variação	GL	Diâmetro de caule (mm)			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
		Reposição Hídrica (RH)	3	10,53	110,02*
Bloco	2	0,27	6,87	8,55	1,09
Resíduo (a)	6	2,78	12,32	5,52	5,58
Dose (D)	3	24,55**	43,05	18,00	5,84
Interação RH × D	9	3,48	11,39	5,65	5,79
Resíduo (b)	6	2,08	16,98	16,49	7,90
Fonte (F)	1	3,31	7,28	5,71	1,77
Interação RH × F	3	1,86	5,31	2,38	1,98
Interação D × F	3	1,75	4,48	11,22	18,34
Interação RH × D × F	9	2,10	2,34	4,86	9,33
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

¹Dados transformados em Raiz de X. ** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Autor (2020)

A cada acréscimo de 25% na RH, ocorreu um aumento de 9,13; 9,37 e 9,30% na AP, respectivamente, aos 40, 60 e 80 DAS (Figura 1A) e, de 10,25; 9,87 e 8,79% no DC aos 40, 60 e 80 DAS, respectivamente (Figura 1B), 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 maiores valores de altura de planta aos 40, 60 e 80 DAS foram observados na lâmina de 125 % e os menores valores na lâmina de 50 %, havendo uma redução média de 24 %. O diâmetro de caule apresentou o mesmo comportamento para as lâminas de 50 % e 125 %, com redução média de 23 % aos 40, 60 e 80 DAS.

Figura 1. Altura de planta (A) e diâmetro de caule de girassol (B) nas épocas de avaliação, em função de níveis de reposição hídrica, Rio Verde – GO.

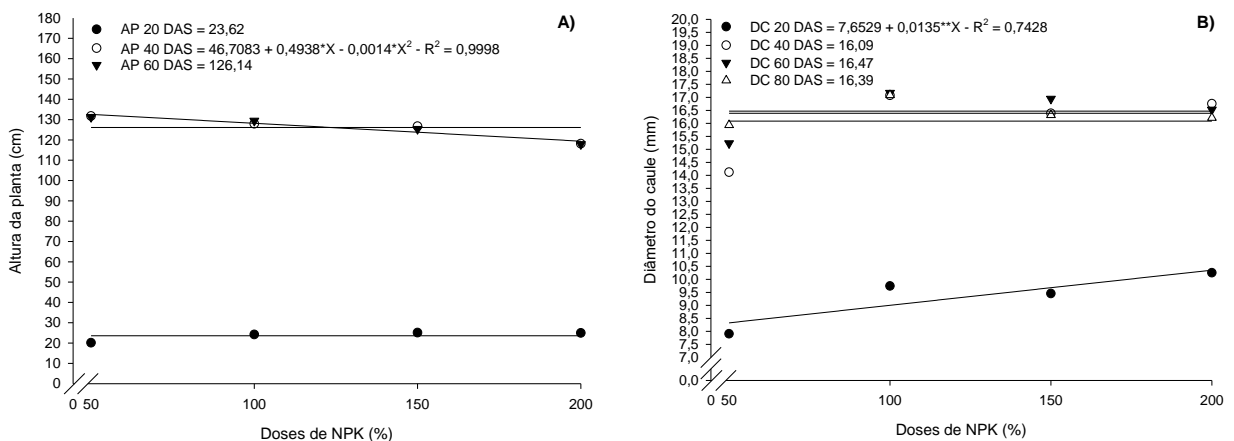


** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Autor (2020)

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

A AP, aos 40 DAS em função das doses de adubação com NPK, adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau (Figura 2A). A dose de 176,36% proporcionou a maior AP, igual a 90,25 cm. Após esta dose, observou-se uma pequena redução na altura da planta. A cada acréscimo de 50% na dose ocorreu um aumento de 7,44% no DC aos 20 DAS (Figura 2B), o que correspondeu a 0,68 mm.

Figura 2. Altura de planta (A) e diâmetro de caule de girassol (B) nas épocas de avaliação, em função das doses de NPK, Rio Verde – GO.

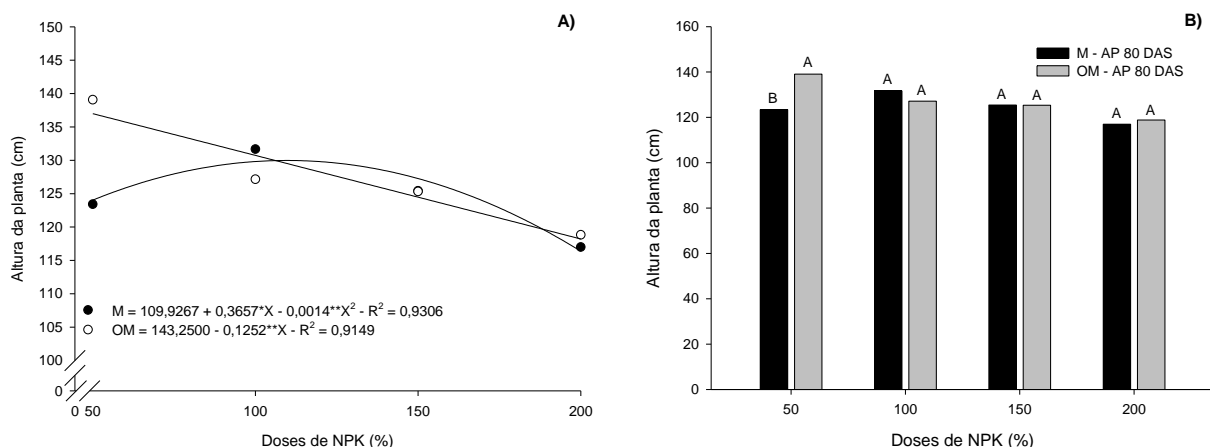


** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Autor (2020)

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

Na Figura 3A, nota-se uma diferença no comportamento da AP aos 80 DAS quando se 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 uma redução de 15,88% na AP quando se comparadas as doses de 50 e 200%.

Figura 3. Desdobramento da interação significativa entre doses (A) e fonte (B) de NPK mineral (M) e organomineral (OM) para a altura de planta de girassol aos 80 DAS, Rio Verde – GO.



** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Autor (2020)

Ocorreu diferença estatística apenas na dose de 50% quando comparada as fontes utilizadas (Figura 3B), em que a fonte organomineral proporcionou um aumento de 11,26% na AP quando contrastada com a fonte mineral.

De acordo com Furtado et al. (2017) ao se aplicar uma dose de fertilizante acima da recomendação para a cultura do girassol, acarreta uma redução em relação à dose máxima estimada. Esse resultado pode estar atrelado com a adubação, devido ao fato de esta 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 2A a AP do girassol durante seu crescimento pouco é influenciada pelas doses de NPK, porém, analisando-se a AP para cada fonte aos 80 DAS (Figura 3A), as

maiores AP encontradas 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 utilizando-se fertilizante orgânico rico em fósforo e potássio, contrastante ao que ocorreu neste estudo, em que, quando se utilizava a fonte organomineral de NPK, observou-se um comportamento quadrático da AP (Figura 3A).

Os fatores RH e D influenciaram de forma significativa o DCAP apenas aos 60 DAS (Tabela 3).

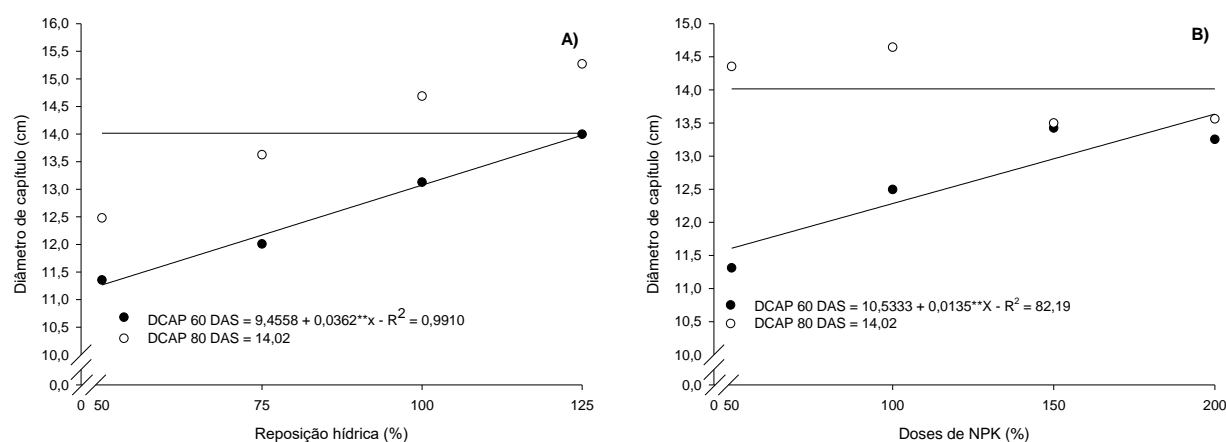
Tabela 3. Análise de variância do diâmetro do capítulo de girassol aos 60 e 80 DAS em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		Diâmetro do capítulo (cm)	
		60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	33,02*	36,32
Bloco	2	2,29	1,85
Resíduo (a)	6	6,33	9,32
Dose (D)	3	22,20**	7,86
Interação RH × D	9	1,07	5,93
Resíduo (b)	6	1,98	2,04
Fonte (F)	1	1,57	0,21
Interação RH × F	3	1,64	2,81
Interação D × F	3	1,36	4,85
Interação RH × D × F	9	1,60	3,22
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

** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Autor (2020)

A cada acréscimo de 25% na RH e 50% na dose de fertilizante de NPK ocorreu, respectivamente, aumentos na ordem de 7,8% (0,9 cm) e 5,46% (0,34 cm) no DCAP aos 60 DAS (Figura 4A e 4B). 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 4. Diâmetro do capítulo de girassol aos 60 DAS em função da reposição hídrica (A) e doses de NPK (B), Rio Verde – GO.



** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Autor (2020)

Observou-se na Figura 4A que, aos 60 DAS, quando a planta foi adubada, que com o aumento das doses de NPK, o DCAP mostrou-se 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.

O fator RH influenciou de forma significativa nos MSF, MFC e MSC e, o fator D no MFC. Nesse caso, houve efeito interativo D x F para o MSF e MFC (Tabela 4).

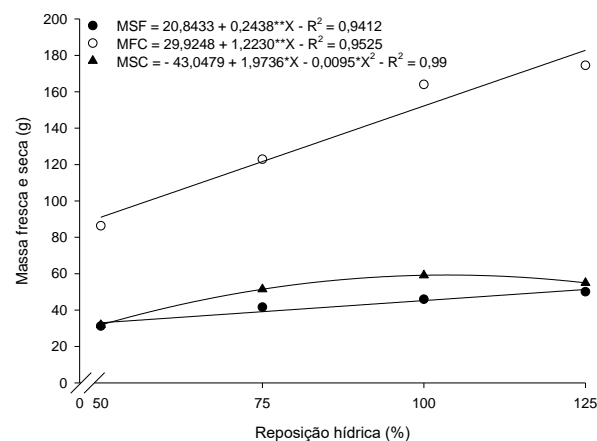
Tabela 4. Análise de variância da massa fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas, massa fresca (MFC) e seca (MSC) do caule e massa fresca (MFCAP) e seca (MSCAP) do capítulo de girassol em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		MFF ¹	MSF	MFC ¹	MSC ¹	MFCAP ¹	MSCAP ¹
Reposição Hídrica (RH)	3	28,22	1578,34**	68,04*	18,48*	18,80	6,88
Bloco	2	7,83	158,17	10,82	1,53	14,39	1,27
Resíduo (a)	6	7,73	142,28	8,80	1,93	10,35	2,48
Dose (D)	3	8,55	126,32	14,22*	1,41	81,83	4,02
Interação RH x D	9	2,33	47,40	2,77	0,54	17,27	1,25
Resíduo (b)	6	2,47	40,73	2,36	1,46	24,22	2,53
Fonte (F)	1	4,60	214,20	13,47	0,62	6,67	0,84
Interação RH x F	3	6,85	35,14	3,28	1,95	11,45	1,92
Interação D x F	3	5,26	519,37**	12,79*	2,17	20,57	0,95
Interação RH x D x F	9	3,53	34,81	2,61	0,66	14,73	0,68
Resíduo (c)	50	2,67	104,82	3,29	0,89	11,85	1,98
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

¹Dados transformados em Raiz de X. ** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Massa fresca e seca em gramas. Autor (2020)

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

Figura 5. Massa seca das folhas e, massa fresca e seca do caule de girassol em função da reposição hídrica, Rio Verde – GO.

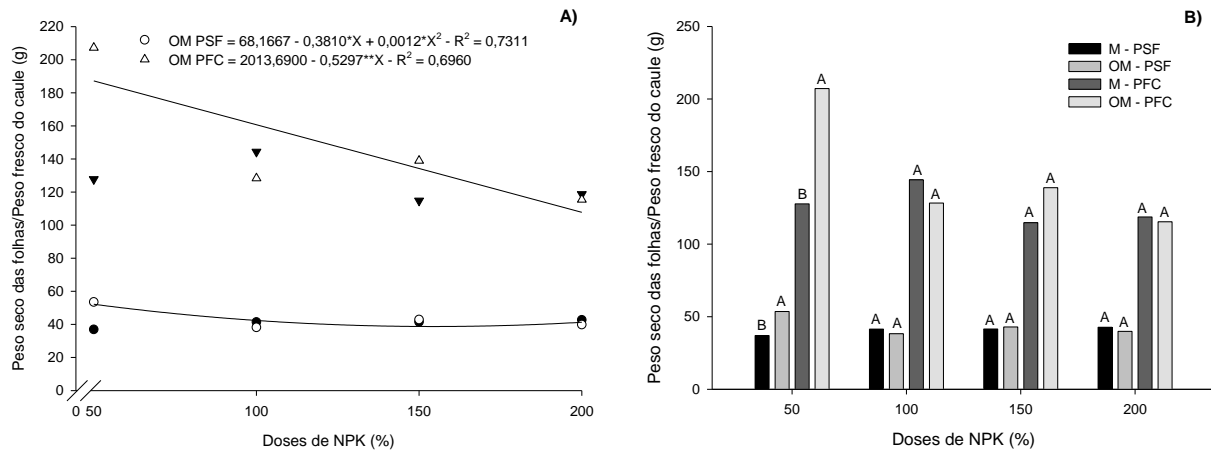


** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Autor (2020)

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

Na Figura 6A para a fonte OM o MSF adequou-se a uma equação polinomial do segundo grau, sendo que, a dose de 158,75% proporcionou o menor MSF, igual a 37,9 g. O aumento da dose da fonte OM reduziu o MFC na ordem de 26,5 g a cada 50%. Ocorreu uma redução de 73,75% no MFC quando comparadas as doses de 50 e 200%. Ocorreu diferença estatística apenas na dose de 50% para o MSF e MFC quando comparada as fontes utilizadas (Figura 6B), em que a fonte OM proporcionou um aumento de 30,9 e 38,34% quando contrastada com a fonte M, respectivamente.

Figura 6. Desdobramento da interação significativa entre doses (A) e fonte (B) mineral (M) e organomineral (OM) de NPK para a massa seca das folhas e massa fresca do caule de girassol, Rio Verde – GO.



** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Autor (2020)

Tais resultados evidenciam novamente, 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 6A).

4. Considerações Finais

O aumento na reposição hídrica, proporciona maior altura de planta e diâmetro do caule para a cultura do girassol. Sendo que, as reposições hídricas estimadas de 125 e 103% proporcionam os maiores acúmulos de matéria seca das folhas e do caule da planta girassol.

O aumento nas dosagens de fertilizantes NPK mineral e organomineral acarreta a redução da altura de planta do girassol. O aumento na quantidade de NPK aplicado, via fonte organomineral, reduz a massa seca das folhas e a massa fresca do caule do girassol. Na dosagem de 50% da recomendação de NPK, a fonte organomineral mostra-se superior a mineral, para a massa seca das folhas e massa fresca do caule do girassol.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

Referências

- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042.
- Furtado, G. de F., Chaves, L. H. G., Souza, L. de P., Sousa Junior, J. R., Lima, G. S., Sousa, J. R. M. (2017). Índices fisiológicos do girassol em função da adubação com biocarvão e NPK. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 11(7), 1924-1933.
- Guedes Filho, D. H., Santos, J. B., Gheyi, H. R., Cavalcante, L. F., & Santos Junior, J. A. (2015). Componentes de produção e rendimento do girassol sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. *Irriga*, 20(3), 514-527.
- Junior, E. G. C., Medeiros, J. F., Melo, T. K., Espinola Sobrinho, J., Bristot, G., & Almeida, B. M. (2013). Necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(3), 261-267.
- Köppen, W. Geiger, R. *Klimate der Erde*. Gotha: *Verlag Justus Perthes*. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- Malaquias, C. A. A., & Santos, A. J. M. (2017). Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). *PUBVET*, 11(5), 501-512.
- Oliveira, J. T. L., Chaves, L. H. G., Campos, V. B., Santos Júnior, J. A., & Guedes Filho, D. H. (2012). Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água

disponível no solo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 6, 23-32. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v6n100077>.

Santos, H. G., Jacomine P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Araújo Filho, J. C., Oliveira, J. B., & Cunha, T. J. F. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Embrapa; Brasília, DF; 5 Ed. rev. amp; 2018.

Schwerz, T., Jakelaitis, A., Teixeira, M. B., Soares, F. A. L., & Tavares, C. J. (2015). Produção de girassol cultivado após soja, milho e capim-marandu, com e sem irrigação suplementar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(5), 470-475.

Silva, A. R. A., Bezerra, F. M. L., Sousa, C. C. M., Pereira Filho, J. V., & Freitas, C. A. S. (2011). Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. *Revista Ciência Agronômica*, 42(1), 57-64.

Soares, L. A. A., Lima, G. S., Chaves, L. H. G., Xavier, D. A., Fernandes, P. D., & Gheyi, H. R. (2015). Fitomassa e produção do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(4), 336-342.

Soares, L. E., Emerenciano Neto, J. V., Silva, G. G. C., Oliveira, E. M. M., Bezerra, M. G. S., Santos, T. J. A., & Difante, G. S. (2016). Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 6(2), 19-25.

Sousa, D. M. G., & Lobato, E. (2004). *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 416.

Timossi, P. C., Junior H. I., Lima S. F., Castro R., & Almeida D. P. (2016). Adubação antecipada com fertilizantes orgânico e mineral associado à crotalarias na cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 15(3).

Viana, E. P. T., Guerra, H. O. C., Chaves, L. H. G., & Souza, J. A. (2018). Ontogênese e produção de girassol submetido a diferentes regimes de irrigação e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 12(1), 2305 – 2314.

Wanderley, J. A. C., Azevedo, C. A. V., Brito, M. E. B., Alvino, F. C. G., & Sousa, J. S. (2014). Crescimento do girassol sob sistema de captação de água “in situ” e adubação orgânica. *Revista Verde*, 9(2), 129 -138.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Gustavo Quereza de Freitas – 20%

Fernando Rodrigues Cabral Filho – 20%

Marconi Batista Teixeira – 15%

Daniely Karen Matias Alves – 15%

Fernando Nobre Cunha – 10%

Jaqueline Aparecida Batista Soares – 10%

Luiz Fernando Gomes – 10%