

Área foliar e índice SPAD do girassol sob irrigação e adubação organomineral
Leaf area and SPAD index of sunflower under irrigation and organomineral
fertilization

Área foliar e índice SPAD de girasol bajo riego y fertilización organomineral

Recebido: 15/06/2020 | Revisado: 27/06/2020 | Aceito: 30/06/2020 | Publicado: 12/07/2020

Gustavo Quereza de Freitas

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

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: fernandorcfilho@hotmail.com

Marconi Batista Teixeira

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

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: marconibt@gmail.com

Alef Samis da Silva Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5441-276X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: alefsamis@gmail.com

Daniely Karen Matias Alves

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

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: luizfernandoz4@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se no presente estudo, avaliar a área foliar, a Clorofila *a*, *b* e total e o índice SPAD 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 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 $4 \times 4 \times 2$, 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 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. A reposição hídrica de 125% proporciona o maior número de folhas e área foliar do girassol cv. Aguará 6. O número de folhas, área foliar e índice SPAD do girassol cv. Aguará 6 é maior quando se utiliza o fertilizante mineral.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*; Déficit hídrico; Fertilizante mineral; Clorofila.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the leaf area, chlorophyll *a*, *b* and total and the SPAD index of sunflower grown under different water deficit conditions and fertilization 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 number of leaves, leaf area, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and the SPAD index were evaluated at 20, 40, 60 and 80 days after sowing. The water replacement of 125% provides the largest number of leaves and leaf area of sunflower cv. Aguará 6. The number of leaves, leaf area and SPAD index of sunflower cv. Aguará 6 is higher when using mineral fertilizer.

Keywords: *Helianthus annuus*; Water deficit; Mineral fertilizer; Chlorophyll.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el área foliar, la clorofila a, by total y el índice SPAD de girasol cultivado bajo 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 número de hojas, área foliar, clorofila a, clorofila b, clorofila total y el índice SPAD se evaluaron a los 20, 40, 60 y 80 días después de la siembra. El reemplazo de agua del 125% proporciona la mayor cantidad de hojas y área foliar de cv. Aguará 6. Número de hojas, área foliar e índice SPAD de girasol cv. Aguará 6 es mayor cuando se usa fertilizante mineral.

Palabras clave: *Helianthus annuus*; Déficit hídrico; Fertilizantes minerales; Clorofila.

1. Introdução

A busca de novas tecnologias que proporcionam a máxima eficiência da utilização de água na irrigação com o máximo desenvolvimento das culturas consiste em um importante desafio para a comunidade científica, principalmente em regiões nas quais a água é o fator limitante (Bernardo et al., 2009).

A quantidade de água utilizada para irrigação depende de vários fatores, dentre eles o tipo de solo, a cultura a ser manejada e as condições climáticas da região. Determinar a lâmina

adequada ao desenvolvimento da planta que proporcione elevada produtividade e conhecer as respostas das plantas à lâmina aplicada é de grande importância atualmente. Quando uma planta é submetida ao estresse hídrico, diversas funções metabólicas são alteradas. Uma menor quantidade de água disponível para as plantas acarreta o fechamento estomático, na redução das taxas de crescimento e desenvolvimento das folhas. Esse fechamento estomático como defesa das plantas para reduzir as perdas por evaporação afeta, também, a absorção do CO₂, o que reduz a fotossíntese (Winter, 1984).

A adubação é outro fator importante para o desenvolvimento da cultura do girassol. Os principais nutrientes que a maioria das 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 do número de aquênios por capítulo, acarretou um aumento na massa de capítulo do girassol com 34,08% em relação ao tratamento que não foi adubado. Segundo os autores, esse aumento deve-se, provavelmente, à liberação dos nutrientes pelo adubo organomineral.

Diante do exposto, objetivou-se no presente estudo, avaliar a área foliar, a Clorofila *a*, *b* e total e o índice SPAD do girassol cultivada sob diferentes condições de déficit hídrico e, níveis de adubações com NPK de origem mineral e organomineral.

2. Metodologia

A pesquisa desenvolvida neste estudo foi uma pesquisa em campo (casa de vegetação), de natureza quantitativa (Pereira et al. 2018), que descreve a influência dos fatores hídricos (irrigação) e nutricionais (fontes e doses) na cultura do Girassol, cultivada no Sudoeste Goiano. O experimento foi conduzido em vasos plásticos sob ambiente protegido localizado em área experimental do Instituto Federal Goiano, no município de Rio Verde, Goiás, cujo clima é Aw segundo classificação de Köppen & 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 um 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 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, 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%). Fonte: Autor (2020).

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 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 o número de folhas (NF) e área foliar (AF) aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS) por contagem visual e medida com régua graduada do comprimento de folhas iguais e superiores a 3 cm; a 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 Falker ClorofiLOG® 1030 e o aparelho Minolta SPAD® 502, respectivamente.

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 à largura na porção mediana do limbo foliar, em cm.

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

Os fatores reposição hídrica (RH) e fonte (F) influenciaram de forma significativa o número de folhas (NF) e a área foliar (AF) aos 40 dias após a semeadura (DAS). Para as doses, ocorreu diferença significativa no NF aos 40 DAS e na AF aos 20 e 40 DAS (Tabela 2).

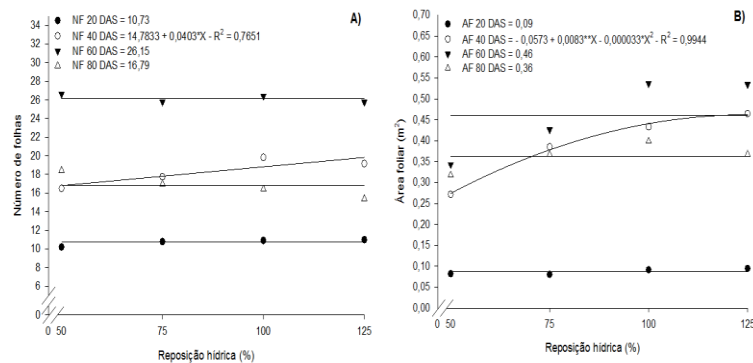
Tabela 2. Análise de variância do número de folhas e área foliar de girassol nas épocas de avaliação, em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO.

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

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

A cada acréscimo de 25% na RH ocorreu um aumento de 5,67% no NF aos 40 DAS (Figura 1A), o que correspondeu a uma folha. Ocorreu um aumento de 15,28% no DC quando comparadas 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 1B). A RH de 125% proporcionou a maior AF, igual a 0,58 m².

Figura 1. Número de folhas (A) e área foliar de girassol (B) nas épocas de avaliação, em função da reposição hídrica, Rio Verde – GO.



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

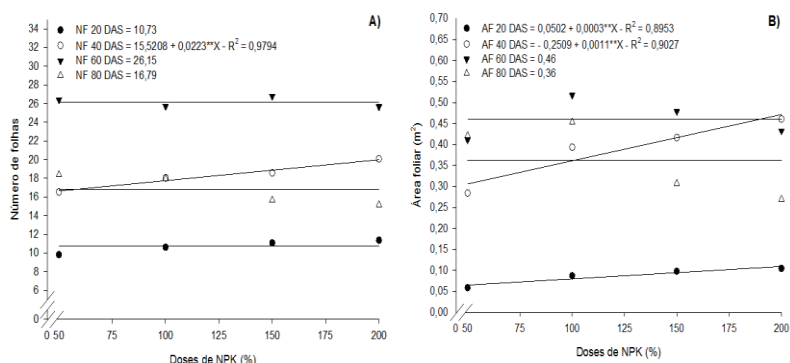
Soares et al. (2015), conduzindo experimento em ambiente protegido com cultivares de girassol, também observaram influência, no número de folhas, com efeito linear e crescente dos diferentes níveis de água.

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 apresentaram 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 & Zieger (2017), o turgor das células estimula a expansão e o alongamento celular, logo, o déficit hídrico limita o tamanho e número de folhas, como observado na Figura 1A e 1B, que tem correlação direta com a área foliar da planta.

A cada acréscimo de 50% na dose de NPK ocorreu um aumento de 6,25% no NF aos 40 DAS (Figura 2A) e, de 18,56 e 15,27% na AF aos 20 e 40 DAS, respectivamente (Figura 2B), 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 2. Número de folhas (A) e área foliar 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. Fonte: Autor (2020).

Na Tabela 3, observa-se o NF, a AF e o índice SPAD do girassol em função das fontes de NPK utilizadas. Com relação às fontes utilizadas, pode-se observar que a utilização do fertilizante mineral foi superior ao fertilizante organomineral aos 40 DAS para o NF na ordem de 1,13 folhas (6,37%) e AF na ordem de 0,08 m² (22,86%), no entanto, para o Índice SPAD também foram observadas superioridades aos 20 e 40 DAS, com valores 2,99 (5,27%) e 1,37 (3,85%) respectivamente.

Tabela 3. 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.

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

Fonte: Autor (2020).

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). Não houve influência significativa para os demais fatores.

Tabela 4. Análise de variância da clorofila *b* em folhas de girassol nas épocas de avaliação, em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Clorofila b			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS ¹
Reposição Hídrica (RH)	3	3,46	4,19	4,23	0,64
Bloco	2	22,65	12,50	15,00	0,39
Resíduo (a)	6	2,19	6,97	7,58	0,51
Dose (D)	3	14,87*	7,54	1,38	0,17
Interação RH × D	9	0,73	2,66	2,15	0,21
Resíduo (b)	6	2,32	5,36	2,74	0,56
Fonte (F)	1	4,20	10,27	2,07	0,08
Interação RH × F	3	1,22	2,42	3,39	0,08
Interação D × F	3	2,44	1,59	1,01	0,40
Interação RH × D × F	9	0,62	2,91	1,39	0,45
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. ** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F. Fonte: Autor (2020).

A soma das Clorofilas *a* e *b*, tem-se a Clorofila total apresentada na Tabela 5, segue a análise de variância para os teores de Clorofila total na folha do girassol. A dose de NPK influenciou de forma significativa a clorofila total, aos 20 DAS (Tabela 5). Não houve influência significativa para os demais fatores.

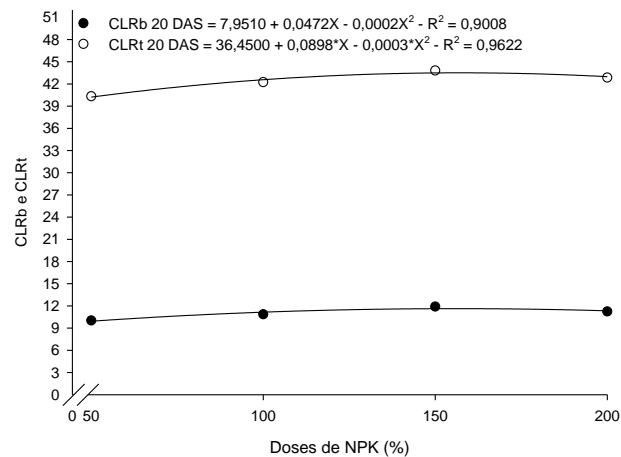
Tabela 5. Análise de variância da Clorofila total em folhas de girassol nas épocas de avaliação, em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Clorofila total			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
Reposição Hídrica (RH)	3	44,70	45,60	12,70	86,86
Bloco	2	114,74	76,69	20,61	32,34
Resíduo (a)	6	25,75	44,95	27,46	98,86
Dose (D)	3	52,03*	38,00	2,28	27,79
Interação RH × D	9	5,60	23,69	8,26	35,63
Resíduo (b)	6	10,16	38,44	8,54	114,88
Fonte (F)	1	6,51	78,12	10,80	24,50
Interação RH × F	3	11,58	15,77	6,59	34,00
Interação D × F	3	20,24	10,40	3,77	44,44
Interação RH × D × F	9	2,82	36,49	4,77	89,24
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

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

A CLRB e CLRT aos 40 DAS em função das doses de adubação com NPK adequaram-se a uma equação polinomial do segundo grau (Figura 3). As doses de 118 e 149,67% da dose recomendada proporcionaram os maiores teores de CLRB e CLRT, iguais a 10,74 e 43,17.

Figura 3. Clorofila *b* e total em folhas de girassol aos 20 DAS em função das doses de NPK, Rio Verde – GO.



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

Segundo Ferreira et al. (2006), os teores de clorofila na folha aumentaram com as doses de N nas doses de matéria orgânica. Na Tabela 6, tem-se os valores de índice SPAD para a cultura do girassol aos 20, 40, 60 e 80 DAS, em função da reposição hídrica, fontes e doses de NPK. O fator dose influenciou de forma significativa no Índice SPAD aos 20, 40 e 80 DAS. Para as fontes de NPK ocorreu influência significativa apenas aos 20 e 40 DAS (Tabela 6).

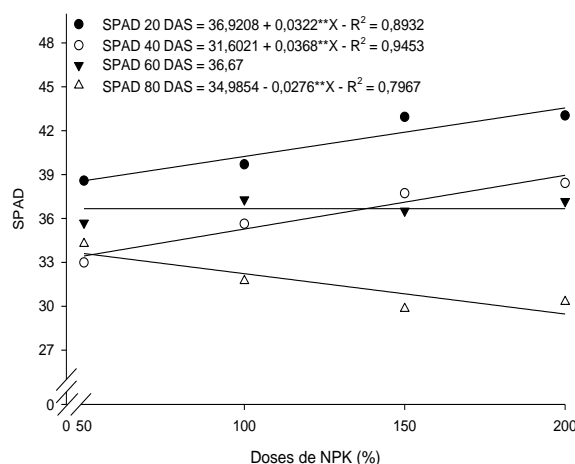
Tabela 6. Análise de variância do índice SPAD em folhas de girassol nas épocas de avaliação em função da reposição hídrica, doses e fontes de NPK, Rio Verde – GO.

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

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

A cada acréscimo de 50% na dose de NPK ocorreu um 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 4), 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, onde o menor valor foi observado na maior dose (200 kg ha⁻¹), com redução de 14,05%, respectivamente.

Figura 4. Índice SPAD em folhas de girassol 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. Fonte: Autor (2020).

Ferreira et al. (2006), constataram que com 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 os 80 DAS que houve um decréscimo de índice de SPAD e, tal resultado não foi encontrado explicação na literatura.

4. Considerações Finais

A reposição hídrica de 125% proporciona o maior número de folhas e área foliar do girassol cv. Aguará 6.

O número de folhas, área foliar e índice SPAD do girassol cv. Aguará 6 é maior quando se utiliza o fertilizante mineral

Os máximos teores de Clorofila *b* e total do girassol cv. Aguará 6 (10,74 e 43,17), são verificados na dose de 150% de NPK da recomendação (50 kg ha⁻¹ de Nitrogênio – 180 kg ha⁻¹ de Fósforo – 100 kg ha⁻¹ de Potássio).

Trabalhos futuros devem evidenciar o efeito a longo prazo das fontes orgânicas de NPK, que devido a sua liberação gradual (mineralização), podem apresentar feitos positivos apenas a médios e longos prazos para o crescimento e desenvolvimento da cultura 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

Bernardo, S., Soares, A. A., & Mantovani, E. C. (2009). *Manual de Irrigação*. Viçosa, Editora UFV, 8ª edição 2ª reimpressão, 625.

Campos, V. B., Chaves, L. H. G., & Guerra, O. C. (2015). Adubação com NPK e irrigação do girassol em Luvisolo: Comportamento vegetativo. *Revista Ambiente e Água*, 10(1).

Coelho, A. M. (2006). *Nutrição e adubação do milho*. Circular Técnico 78 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – EMBRAPA ISSN 1679-1150, Sete Lagoas, MG.

Falker Automação Agrícola Ltda. (2008). *Manual do medidor eletrônico de teor clorofla (ClorofLOG / CFL 1030)*. Porto Alegre: Falker, 33.

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042.

Ferreira, M. M., Ferreira, G. B., Fontes, P. C. R., & Dantas, J. P. (2006). 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*, 53(305), 83-92.

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.

Köppen, W., & Geiger, R. *Klimate der Erde*. Gotha: *Verlag Justus Perthes*. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

Leite, L. F. C., Mendonça, E. S., Neves, J. C. L., Machado, P. L. O. A., & Galvão, J. C. C. (2003). 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.

Minolta. Camera Co. Ltd., Chlorophyll meter SPAD-502. (1989). *Instruction manual*. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Divisions, 22.

Pereira A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Rabelo, K. C. C. (2015). *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, 69.

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.

Santos, J. F., Wanderley, J. A. C., Júnior, J. R. S. (2013). Produção de girassol submetido a adubação organomineral. *Agropecuária Científica no semiárido*, 9(3), 38-44.

Soares, L. A. dos 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.

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

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., Murphy, A. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed.

Winter, E. J. (1984). *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, 170.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Gustavo Quereza de Freitas – 20%

Fernando Rodrigues Cabral Filho – 20%

Marconi Batista Teixeira – 10%

Alef Samis da Silva Costa – 10%

Daniely Karen Matias Alves – 10%

Fernando Nobre Cunha – 10%

Jaqueline Aparecida Batista Soares – 10%

Luiz Fernando Gomes – 10%