



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO DE GIRASSOL ORNAMENTAL SOB DOSES DE
SILICATO DE POTÁSSIO EM DOIS REGIMES HÍDRICOS**

JANINY VIEIRA DE ABRANTES

POMBAL/PB

2018

JANINY VIEIRA DE ABRANTES

**CRESCIMENTO DE GIRASSOL ORNAMENTAL SOB DOSES DE
SILICATO DE POTÁSSIO EM DOIS REGIMES HÍDRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro
de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da
Universidade Federal de Campina Grande, para
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Adriana Silva Lima

Co-Orientadora: Prof^a. Dra. Amaralina Celoto
Guerrero

POMBAL/PB

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A161c

Abrantes, Janiny Vieira de.

Crescimento de girassol ornamental sob doses de silicato de potássio em dois regimes hídricos / Janiny Vieira de Abrantes. – Pombal, 2018.
f. 45: il. color.

Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Profa. Dra. Adriana Silva Lima e Profa. Dra. Amaralina Celoto Guerrero".

Referências.

1. Floricultura. 2. *Helianthus annuus*. 3. Lâmina de Irrigação. 4. Silício. I. Lima, Adriana Silva. II. Guerrero, Amaralina Celoto. III. Título.

CDU 635.9(043)

JANINY VIEIRA DE ABRANTES

**CRESCIMENTO DE GIRASSOL ORNAMENTAL SOB DOSES DE
SILICATO DE POTÁSSIO EM DOIS REGIMES HÍDRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro
de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da
Universidade Federal de Campina Grande, para
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora - Prof.^a D. Sc. Adriana Silva Lima
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA-UAGRA)

Co-Orientadora – D. Sc. Amaralina Celoto Guerrero
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA- PPGHT/UAGRA)

Membro - D.Sc. Anielson dos Santos Souza
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA-UAGRA)

Membro - D.Sc. Jussara Silva Dantas
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA-UACTA)

Pombal/PB

2018

Ao meu Deus, aquele que me acolhe, protege e me guia diante de todas as dificuldades.

DEDICO

Aos meus amados e queridos pais, Junio e Luzinete, que muitas vezes renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus, pelo carinho, compreensão, paciência e incentivo em todos os momentos de dificuldades, pela confiança e amor. Aos meus irmãos Vinicius José, Beatriz Cecília, Gabriel e Andressa por todo o carinho, amizade e respeito. Essa VITÓRIA é nossa!

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos concedidas em minha vida;

Aos meus pais e irmãos por sempre acreditarem em mim, por me oferecer o bem mais valioso que existe (A educação) e por serem o melhor exemplo que tenho em minha vida;

À minha Orientadora Adriana Silva Lima e Co-Orientadora Amaralina Celoto Guerrero, pelas orientações, força e amizade. Obrigada por acreditarem na minha capacidade, por todos os ensinamentos e colaborações para a realização deste trabalho. Nunca esquecerei vocês.

A Rafael Almeida, pelo companheirismo, pela paciência e por sempre está presente, mesmo nos momentos difíceis, me apoiando.

Aos Professores Anielson dos Santos Souza e Jussara Silva Dantas por todas valiosas sugestões e contribuições;

À empresa Sakata pelo material concedido para a realização da pesquisa;

Aos amigos, Idelvan José, Reynaldo Teodoro, Samanda Santos, Dom Jonathan, bem como aos servidores da Fazenda experimental, os senhores Adriano, Elinaldo e Sema por todo auxílio prestado para que este trabalho fosse realizado;

Aos motoristas, os senhores Adriano, Dênis, Marcos e Isaac, pela força e apoio diário durante os inúmeros deslocamentos até a Fazenda Experimental.

À Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de realização deste curso;

À todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias pelos ensinamentos;

Às técnicas Roberta Chaiene e Joyce Fernandes pelos ensinamentos durante minha Iniciação Científica;

Aos amigos que a universidade me presenteou na Turma 2013.1, em especial, Alberto, Daniel, Edmar, Eliene, Erllan, Gilberto, Mayara, Raul, Reynaldo, Samanda, Uriel e Zaqueu, por todo o apoio durante esses cinco anos juntos. Mesmo diante de todas as diferenças e dificuldades, conseguimos fazer a nossa história no CCTA. Vocês estarão sempre em minhas orações, desejo sucesso a todos;

Aos meus tios e minhas tias que me apoiaram e incentivaram a lutar por esse sonho;

Aos amigos que sempre me apoiaram a alcançar meus objetivos Amanda Nicaula, José Ferreira, Josilene, Juliana Nóbrega, Taciane, Tácila, Tássia, Marcus Vinícius, Niuanny, obrigada pelo apoio e amizade;

Ao amigos do Rotaract Club Pombal Centenário por todo o companheirismo e energia durante essa etapa final.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que esta conquista fosse alcançada.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 A cultura do girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	14
2.2 Déficit hídrico e seus efeitos nas plantas.....	15
2.3 Potencial de utilização de silicatos solúveis foliar	15
2.4 Silício como provedor de resistência ao estresse hídrico	16
2.5 Potássio como provedor da resistência ao estresse hídrico.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Localização e caracterização da área experimental	18
3.2 Caracterização química do solo e adubação	18
3.3 Instalação e execução do experimento.....	19
3.4 Delineamento experimental e tratamentos	20
3.5 Variáveis analisadas	21
3.6 Tratos culturais e controle de pragas	23
3.7 Análises Estatísticas	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6. REFERÊNCIAS.....	36
APÊNDICES	44

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Área experimental de condução da pesquisa. Pombal, PB. 2018.	19
Figura 2. Produção das mudas de girassol – Semeio (A), Emergência (B) e Transplântio 15 dias após a emergência (C). Pombal, PB. 2018.	20
Figura 3. Fitomassa seca – Pesagem (A) e Secagem (B). Pombal, PB, 2018.	22
Figura 4. Regressão para altura das hastes de girassol ornamental (<i>Helianthus annuus</i> L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silicato de potássio (B). Pombal, PB. 2018.	24
Figura 5. Regressão para diâmetro das hastes de girassol ornamental (<i>Helianthus annuus</i> L.) em função das doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018.	25
Figura 6. Regressão para número de folhas das hastes de girassol ornamental (<i>Helianthus annuus</i> L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silicato de potássio (B). Pombal, PB. 2018.	26
Figura 7. Regressão para taxa de crescimento absoluta da altura das hastes de girassol ornamental (<i>Helianthus annuus</i> L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silicato de potássio (B). Pombal, PB. 2018.	27
Figura 8. Regressão para taxa de crescimento relativo da altura das hastes de girassol ornamental (<i>Helianthus annuus</i> L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silicato de potássio (B). Pombal, PB. 2018.	28
Figura 9. Regressão para taxa de crescimento absoluto do diâmetro das hastes de girassol ornamental (<i>Helianthus annuus</i> L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silicato de potássio (B). Pombal, PB. 2018.	29
Figura 10. Regressão para taxa de crescimento relativo do diâmetro das hastes de girassol ornamental (<i>Helianthus annuus</i> L.) em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018.	30
Figura 11. Regressão para fitomassa seca das hastes de girassol ornamental (<i>Helianthus annuus</i> L.) em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018.	31
Figura 12. Regressão para fitomassa seca das folhas das hastes de	32

girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silicato de potássio (B). Pombal, PB. 2018.

Figura 13. Regressão para fitomassa seca das inflorescências das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018. 33

Figura 14. Regressão para fitomassa seca da parte aérea das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018. 34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental no município de São Domingos. Pombal, PB. 2018. 18
- Tabela 2:** Resumo da análise de variância para as variáveis Altura da haste (AH), Diâmetro da haste (DH), Número de folha (NF), Taxa de crescimento absoluto da altura haste (TCA_{ah}), Taxa de crescimento relativo da altura da haste (TCR_{ah}), Taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste (TCA_{dh}) e Taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste (TCR_{dh}) de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018. 24
- Tabela 3:** Resumo da análise de variância para as variáveis Fitomassa seca das hastes (FSH), Fitomassa seca das folhas (FSF), Fitomassa seca das inflorescências (FSI) e Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018. 31

RESUMO

A comercialização de flores ornamentais na região nordeste vem crescendo anualmente, gerando renda a produtores da região. Desta forma, objetivou avaliar o efeito de doses de silicato de potássio sob o crescimento do girassol ornamental cultivado em dois regimes hídricos. O experimento foi conduzido na Fazenda experimental Rolando Enrique Rivas Castellón, pertencente ao CCTA/UFCG, Campus Pombal-PB. Em que plantas de girassol ornamental, cultivar 'Sunflower F1 Sunbright' da SAKATA®, foram submetidas a duas lâminas de irrigação, 50% e 100% da ETr, e cinco doses de silicato de potássio (K_2SiO_3) (0; 2,2; 4,4; 6,6; 8,8 ml L⁻¹) via aplicação foliar. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados em esquema fatorial 2x5 (lâminas de irrigação e doses de silicato de potássio), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições, ou seja, 16 plantas por parcela, totalizando 640 parcelas. Para tal as plantas foram avaliadas, aos 60 dias após o transplântio, quanto a altura da haste, diâmetro da haste, número de folha, taxa de crescimento absoluto da altura da haste, taxa de crescimento relativo da altura da haste, taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste, taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste, fitomassa seca da haste, fitomassa seca da folha, fitomassa seca da inflorescência, fitomassa seca da parte aérea. A aplicação de silicato de potássio promoveu incrementos no crescimento das plantas de girassol ornamental. As doses estimadas de 7,5 ml L⁻¹ e 6,0 ml L⁻¹ promoveram a atenuação do efeito dos regimes hídricos correspondentes a 50% e 100% da Etr, respectivamente, no girassol ornamental.

Palavras-chave: Floricultura, *Helianthus annuus*, lâmina de irrigação, silício.

ABSTRACT

The commercialization of ornamental flowers in the northeastern region has been growing annually, generating income for producers in the region. The objective of this study was to evaluate the effect of doses of potassium silicate under the growth of ornamental sunflower cultivated in two water regimes. The experiment was conducted at Rolando Enrique Rivas Castellón experimental farm belonging to the CCTA / UFCG, Pombal-PB Campus. In which ornamental sunflower plants, SAKATA® 'Sunflower F1 Sunbright' cultivars were submitted to two irrigation slides, 50% and 100% of ETr, and five doses of potassium silicate (K₂SiO₃) (0; 4.4, 6.6, 8.8 ml L⁻¹) via foliar application. The experimental design was randomized blocks in a 2x5 factorial scheme (irrigation slides and doses of potassium silicate), totaling 10 treatments, with four replications, that is, 16 plants per plot, totaling 640 plots. For this the plants were evaluated at 60 days after transplanting, as for stem height, stem diameter, leaf number, absolute growth rate of stem height, relative growth rate of stem height, absolute growth rate of stem diameter, relative growth rate of stem diameter, dry stem biomass, dry leaf biomass, dry inflorescence phytomass, dry shoot biomass. The application of potassium silicate promoted increases in the growth of ornamental sunflower plants. The estimated doses of 7.5 ml L⁻¹ and 6.0 ml L⁻¹ promoted the attenuation of the effect of the water regimes corresponding to 50% and 100% of Etr, respectively, on the ornamental sunflower.

Keywords: *Helianthus annuus*, irrigation blade, silicon.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a floricultura empresarial brasileira vem adquirindo notável desenvolvimento, tanto do ponto de vista econômico, quanto social. Caracteriza-se como um dos mais promissores segmentos da horticultura intensiva, devido à produção de mudas de flores e plantas ornamentais, seja para decoração de eventos, paisagismo ou residências e estruturas comerciais (FRANÇA; MAIA, 2008; JUNQUEIRA; PEETZ, 2008; FERREIRA, 2013).

A produção de flores e plantas ornamentais ocupa uma área estimada em 190 mil hectares, movimentando valores próximos a US\$ 16 bilhões/ano, e aproximadamente US\$ 44 bilhões anuais em nível de varejo (IEA, 2012).

O mercado de plantas ornamentais, paisagismo e jardinagem, concentrar 41,55% das movimentações financeiras nos anos de 2013 e 2014, seguidos pelo setor de flores e folhagens de corte com 34,33% das movimentações e o setor de plantas envasadas respondendo por 24,12% do total movimento do mercado de flores e plantas ornamentais. Observa-se que a melhoria de indicadores econômicos provoca aumento na participação relativa de flores e folhagens de corte, atrelado também com a crescente capilaridade desses produtos através de redes de supermercados e o surgimento de novas linhas de abastecimento em diferentes regiões do país (SEBRAE, 2015).

A região Sudeste do País, em função da forte influência holandesa e japonesa, foi à pioneira no desenvolvimento do setor, com produção de flores de corte, envasadas e para paisagismo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008; PEREIRA; CARVALHO, 2008). No Sul, polos produtivos voltados à produção de plantas para jardim foram desenvolvidos nos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul (DOMINGOS *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2011; JUNQUEIRA; PEETZ, 2014;). E recentemente, em função do crescimento econômico nacional, a região Nordeste do País também vem alavancando um polo produtivo de sucesso voltado ao mercado internacional de flores de corte (OLIVEIRA; BRAINER, 2007; SILVA; LEITÃO, 2009; VIEIRA *et al.*, 2014).

O cultivo de flores de corte pode ser uma alternativa de renda aos pequenos produtores, por não demandar grandes áreas, proporcionar um maior retorno econômico, além de fixar a mão de obra no campo (CURTI, 2012). Outros fatores

que contribuem com a expansão dessa atividade são a grande diversidade e a amplitude de climas e solos que permitem cultivos de inúmeras espécies de flores, folhagens e outros derivados o ano todo, a um custo reduzido e com potencial para competir no mercado internacional (KIYUNA *et al.*, 2004; LEITE *et al.*, 2005; FRANÇA; MAIA, 2008).

A cultura do girassol, por sua versatilidade, apresenta dentre das poucas culturas que podem ser aproveitadas todas suas partes, vem ganhando visibilidade como planta ornamental (NOBRE *et al.*, 2010; NOBRE *et al.*, 2008; NEVES *et al.*, 2005). Seu uso na floricultura destaca por ser um produto de ciclo curto, de cores contrastantes e fácil identificação pelos consumidores (HUANG, 1995; ANEFALOS; GUILHOTO, 2003).

No Nordeste brasileiro, pequenos agricultores vêm cultivando essa oleaginosa, que segundo a CONAB (2009), a região contribuiu com 4,22% do total produzido no país, destacando como maiores produtores os estados do Rio Grande do Norte e o Ceará.

No entanto, o cultivo do girassol, assim como todas as culturas, sofre os efeitos de fatores bióticos e abióticos durante a produção. Na região Nordeste, um dos principais impasses para a melhoria da produção de plantas ornamentais são as altas temperaturas, a baixa precipitação, e a baixa umidade relativa, que causam estresse hídrico, sendo este o principal fator limitante da produção agrícola, uma vez que a produtividade das plantas depende da disponibilidade suficiente de água para pleno desenvolvimento.

Com essa preocupação, pesquisas vêm sendo realizadas com a aplicação de silicato de potássio via foliar, em virtude da descoberta do silício como um composto eficiente em amenizar os efeitos negativos dos estresses abióticos, dentre eles, os efeitos maléficos causados pela deficiência hídrica na agricultura.

Deste modo, objetivou-se avaliar o crescimento de girassol ornamental sob adubação silicatada em dois regimes hídricos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do girassol (*Helianthus annuus*)

O girassol é originário do México (LIRA *et al.*, 2011), onde cresce em estado natural, e apresenta a seguinte classificação botânica: Ordem Asterales, família Asteraceae, gênero *Helianthus* e neste caso a espécie *Helianthus annuus* L. (HENNING *et al.*, 2005).

O termo girassol explica não só o nome comum como o nome botânico da planta, tendo em vista que o gênero *Helianthus* deriva do grego *helios*, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor (CAVASIN JUNIOR, 2001; GAZZOLA *et al.*, 2012), ou seja, “flor do sol”, é uma referência à característica da planta de movimentar sua inflorescência acompanhando os raios solares, até o momento da antese, posicionando a partir daí na direção leste, termo este definido como heliotropismo. Esta característica é atribuída ao acúmulo de auxinas na parte da planta oposta ao sol (VRANCEANU, 1977).

Apresenta como um arbusto de textura herbácea, anual, ereto, pouco ou não ramificado, de 1,5 a 2,5 m de altura; possui folhas alternas e hirsutas, inflorescências terminais, em capítulos geralmente solitários ou com dois ou mais capítulos secundários menores (LORENZI; SOUSA, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2012).

É uma oleaginosa que apresenta características agronômicas importantes, como um sistema radicular bem desenvolvido, com raízes primárias do tipo pivotante e raízes secundárias em maior número, que formam cabeleiras que atingem um grande volume, podendo atingir até dois metros de profundidade, o que possibilita uma maior tolerância à seca. O sistema radicular profundo permite a reciclagem de nutrientes no solo para as culturas sucessoras, além de melhorar a estrutura e a fertilidade do solo (LIRA *et al.*, 2011).

Apresenta resistência ao frio e ao calor, o que permitindo uma ampla adaptabilidade e perspectivas para a expansão das áreas cultivadas, do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (LEITE *et al.*, 2007; MORAIS *et al.*, 2011). O requerimento de água pelo girassol varia de 600 a 1.000 mm em seu ciclo vegetativo sob condições de primavera-verão em climas temperados (MERRIEN; MILAN, 1992).

O girassol é uma das poucas plantas onde se pode explorar quase todas as partes; a planta inteira pode ser utilizada como adubo verde, forragem e silagem; as raízes podem ser aproveitadas como matéria orgânica e reciclagem de nutrientes, visando à melhoria do solo; o caule pode ser utilizado na construção civil como isolante térmico e acústico (UNGARO, 1986), as folhas podem ser usadas como herbicidas naturais em função do efeito alelopático (PASQUALETO *et al.*, 2001; CORSATO *et al.*, 2010) e os capítulos fornecem sementes, também utilizadas na alimentação animal e, por fim, podem ser utilizadas como plantas ornamentais já que sua beleza é inconfundível e incontestável.

2.2 Déficit hídrico e seus efeitos nas plantas

A água é essencial aos processos fisiológicos, bioquímicos, moleculares e morfológicos nas plantas (BHARGAVA; SAWANT, 2013; TAIZ; ZEIGER, 2013), sendo a restrição hídrica responsável por afetar negativamente seu crescimento e produtividade (MANSORI *et al.*, 2015), a integridade da membrana, a relação hídrica e a atividade fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2013), além de reduzir o potencial hídrico (SILVA *et al.*, 2016).

O estresse hídrico é o fator mais limitante da produtividade agrícola em todo o mundo (NXELE *et al.*, 2017) e representa a principal ameaça à agricultura (DONOHUE *et al.*, 2013), causando alterações morfofisiológicas e bioquímicas, que podem diferir de uma espécie para outra (CHAKRABORTY *et al.*, 2015).

Estas alterações incluem redução na área foliar; fechamento estomático, restringindo o CO₂ para a fotossíntese; redução do potencial hídrico; inibição fotossintética; abscisão foliar; desestabilização de membranas e proteínas; acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs) e crescimento do sistema radicular. Bioquimicamente, as plantas alteram o metabolismo de várias maneiras, incluindo a produção de compostos osmorreguladores, tais como prolina e glicina betaína (FURLAN *et al.*, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013; GRACIANO *et al.*, 2016).

2.3 Potencial de utilização de silicatos solúveis foliar

Os silicatos solúveis de aplicação via foliar tem se tornado foco de várias pesquisas devido a sua praticidade, possibilidade de utilização de doses menores e por causa da adaptabilidade ao equipamento normalmente utilizado pelos produtores (CANTUÁRIO, 2012). Várias são as fontes de silício utilizadas na

agricultura, onde os silicatos solúveis são fontes obtidas da fusão da sílica (SiO_2) com hidróxidos, ou carbonatos de sódio ou potássio em fornos pressurizados.

No entanto, segundo Reis *et al.* (2007) a partir do Decreto-Lei nº 4.945, que regulamenta a Lei nº 6.894 de 16 de janeiro de 1980, aprovada em 14 de janeiro de 2004, apenas a comercialização e a utilização da fonte solúvel silicato de potássio na agricultura foram regulamentadas.

Resultados satisfatórios quanto uso do silício solúvel, na forma do silicato de potássio (K_2SiO_3) tem sido observados quanto ao aumento na produção vegetal em soja, milho, batata, café, morango e girassol (RODRIGUES *et al.*, 2007a; RODRIGUES *et al.*, 2007b; MERRIGHI *et al.*, 2007; LUZ *et al.*, 2010; ZANÃO JÚNIOR, 2011).

2.4 Silício como provedor de resistência ao estresse hídrico

O silício (Si) é o segundo elemento em abundância na crosta terrestre, depois do oxigênio (ISA *et al.*, 2010; KLANCNIK *et al.*, 2014). Devido a sua afinidade com o oxigênio é encontrado na natureza na forma de sílica (SiO_2) ou silicatos, que são ligados quimicamente a diversos metais (SAVVAS; NTATSI, 2015), e promove maior eficiência na absorção de água e conseqüentemente na tolerância às condições de estresse hídrico, garantindo assim a integridade e a estabilidade da membrana celular (SONOBE *et al.*, 2011; RAHIMI *et al.*, 2012).

Para Heckman (2013), esse nutriente torna as células epidérmicas das folhas mais eretas, o que induz maior absorção de CO_2 , em decorrência disso, há um aumento na eficiência fotossintética e no teor de clorofila. Provavelmente isto ocorre pelo acúmulo de Si na superfície foliar, servindo como barreira física à penetração de fitopatógenos e insetos, além de ter um importante papel na regulação osmótica, diminuindo assim o estresse causado pelo déficit hídrico. (CANTUÁRIO *et al.*, 2014).

Além disso, esse nutriente potencializa a síntese de enzimas antioxidantes relacionadas ao mecanismo de defesa das plantas contra as EROs (EPSTEIN; BLOOM, 2006) e promove o ajustamento osmótico celular (PILON *et al.*, 2014).

Um fator a salientar é a importância da escolha da fonte, da forma e da dosagem a ser aplicada de silício, para potencializar seus efeitos.

2.5 Potássio como provedor da resistência ao estresse hídrico

O potássio (K) é considerado essencial na produção vegetal, estando entre os três elementos com maior probabilidade de limitar o crescimento (TROEH; THOMPSON, 2007), sendo o segundo nutriente mais exigido pelas plantas, não apresenta função estrutural e possui como função principal a ativação de enzimas.

Predominantemente encontrado na forma iônica na planta, o potássio está presente, não tendo função estrutural, atuando como ativador enzimático na fotossíntese, na respiração e na síntese de proteínas, de carboidratos e da adenosina trifosfato (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Este elemento também atua na regulação osmótica, na manutenção da água na planta por meio do controle da abertura e fechamento dos estômatos, e na resistência da planta à incidência de pragas e doenças pelo efeito na permeabilidade das membranas plasmáticas (ERNANI *et al.*, 2007; CANTARELLA, 2007).

Elevadas concentrações de K na planta aumentam a taxa de atividade das enzimas e até mesmo a afinidade destas com o substrato (FAQUIN, 2005). Desta forma, dentre as inúmeras funções desenvolvidas pelo K na planta, merece destaque a ativação de vários sistemas enzimáticos (ERNANI *et al.*, 2007), sendo que mais de 50 enzimas estão na sua dependência para desempenharem atividade normal, tais como: sintetases, oxiredutases, transferases, desidrogenases e quinases (FAQUIN, 2005). Muitos destes sistemas enzimáticos são participantes de processos vitais da planta, como a respiração, fotossíntese (ERNANI *et al.*, 2007), glicólise, síntese de proteínas e amido e metabolismo de carboidratos (MALAVOLTA, 1984).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na Fazenda experimental Rolando Enrique Rivas Castellón, na área experimental do setor de horticultura, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada no município de São Domingos – PB (6° 48' 42" S, 37° 56' 10" W), e altitude média de 190 m (PARÁIBA CRIATIVA, 2015), durante os meses de novembro de 2017 a janeiro de 2018.

Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, ou seja, semiárido quente e seco, precipitações pluviiais anuais em torno de 780 mm ano⁻¹ (AESAs, 2018).

3.2 Caracterização química do solo e adubação

As características químicas do solo foram analisadas no Laboratório de Solos e Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/UFCG.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental no município de São Domingos. Pombal, PB. 2018.

Atributos químicos ¹	Prof.0-20 cm
pH Água	7,57
C.E $\mu\text{S}(25^\circ)$	0,32
P g mg/cm^3	41,1
K ⁺ cmolc/dm^3	0,49
Na ⁺ cmolc/dm^3	0,83
Ca ⁺² cmolc/dm^3	5,3
Mg ⁺² cmolc/dm^3	2,9
Ca ⁺² + Mg ⁺²	8,2
M. O. (%)	27,7

^{1/} Teixeira et al. (2017); MO = matéria orgânica;

A adubação foi realizada conforme indicações de EMBRAPA (2003) - N-P-K (60 kg de N/ha - 80 de P₂O₅ kg/ha - 40 kg de K₂O) - utilizando na área útil da pesquisa 1,240 kg de ureia, 3,06 kg de superfosfato simples e 0,5 kg de cloreto de

potássio. As adubações foram aplicadas em fundação, e a de cobertura parcelada em 15 e 30 DAT. Onde na adubação de fundação o fósforo foi aplicado 100% juntamente com 30% de nitrogênio e 30% de potássio, e o restante aplicado na adubação de cobertura. A adubação com fonte de cálcio e boro foi fornecida 15 DAT em proporções equivalentes a 2 kg/ha.

3.3 Instalação e execução do experimento

A cultivar de girassol ornamental de corte (*Helianthus annuus* L.) foi a Vincents II da empresa SAKATA® que apresenta as seguintes características: altura entre 100 a 150 cm, plantio recomendado durante o ano todo, é um híbrido de crescimento vigoroso. Os capítulos são dobrados, as flores periféricas apresentam coloração amarelo ouro e, as do disco, marrom (RODRIGUES *et al.*, 2012).

O experimento foi desenvolvido no setor de Horticultura da Fazenda experimental, com área total de 160 m² (8 x 20 m) e área útil de 57,6 m² (4,8 x 12 m), com espaçamento entre plantas e linhas de 0,30 x 0,30 m e entre parcelas de 0,80 x 0,80 m, totalizando 40 unidades experimentais (Figura 1).



Figura 1. Área experimental de condução da pesquisa. Pombal, PB. 2018.

As mudas foram preparadas em copos de polietileno com capacidade de 200 ml, colocando uma semente por copo (Figura 2), permanecendo nesse estágio até 15 dias. Quando estas apresentavam quatro folhas definitivas, procedeu-se o transplante das mudas no final da tarde, quando a incidência de raios solares era menor, visando diminuir o estresse causado pelas condições de campo.

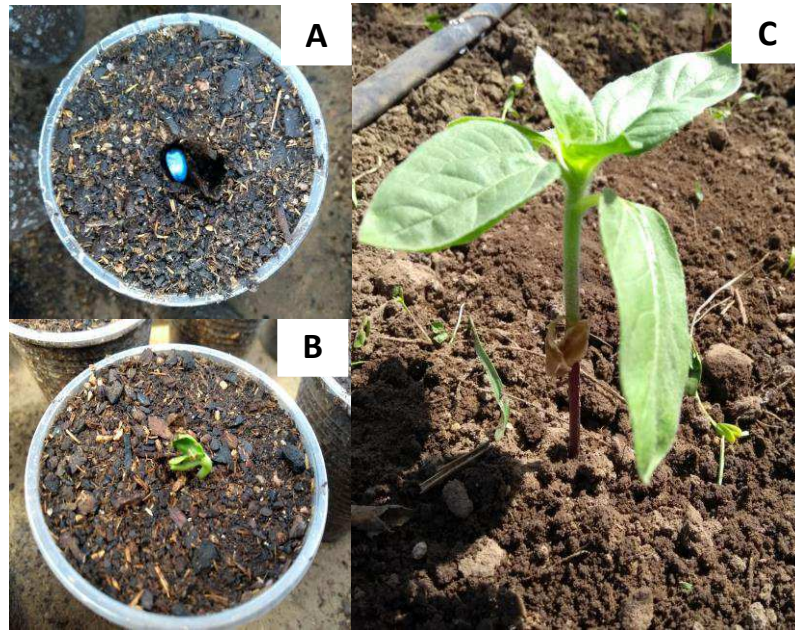


Figura 2. Produção das mudas de girassol – Semeio (A), Emergência (B) e transplântio 15 dias após a emergência (C). Pombal, PB. 2018.

Após o transplante as mudas ficaram em fase de aclimação no campo durante aproximadamente 10 dias, quando apresentaram-se vigorosas, realizando quando necessário à substituição de mudas.

A aplicação dos tratamentos iniciou-se após esse período, e os resultados apresentados correspondem aos 60 dias após a semeadura (DAS).

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, empregando o esquema fatorial 2x5, sendo duas lâminas de irrigação, e cinco concentrações de silicato de potássio, em 4 repetições e 16 plantas por parcela, num total de 640 plantas.

Os tratamentos testados compreenderam, cinco doses de silicato de potássio (0; 2,2; 4,4; 6,6; 8,8 ml L⁻¹ de K₂SiO₃) e em condições dos regimes hídricos correspondentes a 50% da Evapotranspiração real (Etr) e 100% da Etr, respectivamente.

A determinação da lâmina de irrigação foi obtida empregando metodologia proposta pelo método do coeficiente da cultura, que é utilizado para estimativa da demanda real de água de uma cultura em cada fase de crescimento, sendo este método base para projetos de irrigação, conforme descrito na equação 1:

$$ETr = Kc * ETP \quad (1)$$

em que:

ETr = evapotranspiração real da fase (mm/período);

Kc = coeficiente de cultura de fase (adimensional);

ETp = evapotranspiração potencial do período (mm/período) - estação de São Gonçalo – PB.

O produto utilizado no experimento foi o silicato de potássio (K_2SiO_3) líquido, solúvel em água, contendo 10% de silício e 10% de óxido de potássio, pH igual a 12 e densidade de $1,4g\ dm^{-3}$. As aplicações foram feitas via foliar foram divididas em 3 aplicações a cada 15 dias após o transplante, realizadas ao final da tarde com auxílio de um pulverizador costal de ação manual de 20 L.

3.5 Variáveis analisadas

Aos 60 DAT foram avaliadas as características de crescimento: altura das hastes, diâmetro das hastes e número de folhas. As avaliações foram realizadas em quatro plantas por parcela.

- Altura da haste (cm): medida com o auxílio de uma fita graduada em milímetros, acima da superfície do solo até o ponto de inserção da inflorescência.
- Diâmetro de haste (mm): medida com o auxílio de um paquímetro digital, a um cm acima da superfície do solo.
- Número de folhas: foi contabilizado o número de folhas totalmente abertas por planta.
- Fitomassa seca da planta: para obtenção da produção de massa seca da parte aérea ($g\ planta^{-1}$), cada parte das plantas (hastes, folhas e inflorescências) foi colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}C$, até massa constante e posteriormente pesada e somada para a obtenção da fitomassa seca da parte aérea (Figura 3).



Figura 3. Fitomassa seca – Secagem (A) e Pesagem (B). Pombal, PB, 2018.

Para avaliação do efeito dos tratamentos sobre o crescimento das plantas foram mensuradas no período entre 15 e 60 DAT, a taxa de crescimento absoluto (TCA) para altura das hastes (TCA_{ah}) e diâmetro de caule (TCA_{dc}), a taxa de crescimento relativo (TCR) para altura das hastes (TCR_{ah}) e diâmetro de caule (TCR_{dc}). A determinação da taxa de crescimento absoluto (TCA) foi obtida empregando metodologia proposta por Benicasa (2003), conforme descrito na equação 2:

$$TCA = \frac{(A_2 - A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

em que:

TCA = taxa de crescimento absoluto;

A₂ = crescimento da planta no tempo t₂;

A₁ = crescimento da planta no tempo t₁;

t₂ – t₁ = diferença de tempo entre as amostragens.

As taxas de crescimento relativo foram obtidas pela equação 3, onde se mensura o crescimento em função da matéria pré-existente, adaptando-se para altura e diâmetro de plantas os procedimentos contidos em Poorter (1989) e Hunt *et al.* (2002).

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (3)$$

em que:

TCR = taxa de crescimento relativo;

A_2 = crescimento da planta no tempo t_2 ;

A_1 = crescimento da planta no tempo t_1 ;

$t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as amostragens;

ln = logaritmo natural.

3.6 Tratos culturais e controle de pragas

Foram realizados os tratos culturais necessários, sendo: retirada de botões precoces para que a planta tivesse um enfolhamento adequado antes do início do florescimento, e desta forma não ocorrer o comprometimento na formação do botão floral, tratamento fitossanitário curativo e preventivo, além da retirada de plantas daninhas através de capinas manuais.

As pulverizações tomaram como base a recomendação dos produtos adequados para aplicação em culturas ornamentais, já que não há recomendações para o girassol. Os produtos utilizados durante o ciclo da cultura foram o Tiofanato Metílico para o controle preventivo do Oídio e o Tiametoxam para o controle de percevejo.

3.7 Análises Estatísticas

Os resultados dos tratamentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para as duas condições de umidade os dados da ETr foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão para as doses, na qual foram testados os modelos lineares e quadráticos. Quando houve interação entre os tratamentos se realizou o desdobramento e adotou a equação de regressão que melhor se ajustou aos dados, a qual foi escolhida com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior valor dos coeficientes de determinação (R^2). Para tanto, foi utilizado o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resumo da análise de variância apresentados na Tabela 2, constatou-se que não houve efeito significativo para o fator isolado dos regimes hídricos na variável diâmetro da haste. Já para a interação entre os fatores regimes hídricos e doses de silicato de potássio, observou efeito significativo apenas para a taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste (TCR_{dh}), a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2: Resumos das análises de variância para as variáveis Altura da haste (AH), Diâmetro da haste (DH), Número de folha (NF), Taxa de crescimento absoluto da altura haste (TCA_{ah}), Taxa de crescimento relativo da altura da haste (TCR_{ah}), Taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste (TCA_{dh}) e Taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste (TCR_{dh}) de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018.

Quadrado Médio								
Fonte de variação	GL	AH	DH	NF	TCA_{ah}	TCR_{ah}	TCA_{dh}	TCR_{dh}
Regimes hídricos (R)	1	1295**	1,69ns	14,80*	1,05**	0,00**	0,08**	0,00**
Doses de silicato (D)	4	874,23**	33,69**	22,76**	0,34**	0,00**	0,10**	0,00**
Reg. Linear	1	1285**	85,78**	73,47**	0,47**	0,00*	0,28**	0,00**
Reg. Quadrática	1	2193**	29,62**	13,81ns	0,81**	0,00**	0,10**	0,00ns
Interação (R x D)	4	52,09ns	1,80ns	4,12ns	0,01ns	0,00ns	0,01ns	0,00*
Blocos	3	31,44	25,68	9,69	0,2	0,00	0,02	0,00
CV(%)		5,88	8,48	10,86	6,64	3,75	10,59	6,12

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a ($p < 0,01$) e ($p < 0,05$).

A altura das hastes de girassol em função dos regimes hídricos (Figura 4A), apresentou os melhores resultados no regime correspondente a 100% da ETr sendo essa 11,46% superior às plantas submetidas ao regime de 50% da ETr.

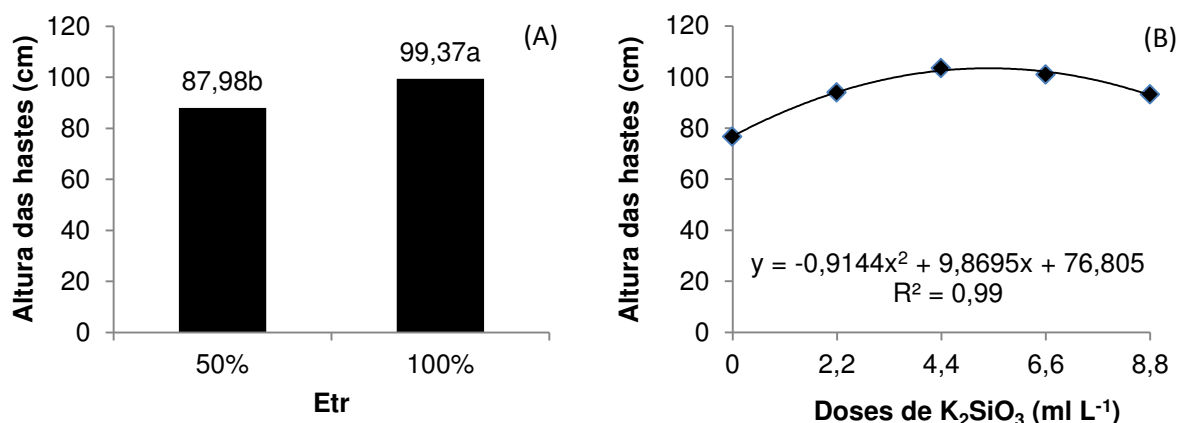


Figura 4. Altura das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silício (B). Pombal, PB. 2018.

Segundo Nezami *et al.* (2008), a deficiência hídrica acarreta reduções no potencial da água das células componentes do caule até o alcance de um nível de potencial hídrico inferior ao mínimo necessário para o desencadeamento do processo de alongamento celular dos entrenós acarretando, dentre as consequências, uma altura menor das plantas.

Castiglioni *et al.* (1993), em Londrina, PR, avaliando 17 genótipos de girassol, todos diferentes do híbrido utilizados neste trabalho, notaram que o aumento no suprimento de água incrementava o parâmetro altura de plantas. Tal comportamento também foi observado por Gomes *et al.* (2003) que, ao estudarem plantas de girassol submetidas a irrigação segundo balanço hídrico no solo e plantas sem suplementação hídrica, encontraram incrementos na altura de plantas, da ordem de 29,30%, para os tratamentos irrigados.

Os incrementos encontrados neste estudo também foram semelhantes aos de Silva *et al.* (2007), em Lavras, MG, avaliando o crescimento e a produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água, que observaram um aumento relativo da altura das plantas, em função da lâmina de água aplicada, em que a lâmina que promoveu maior crescimento foi a de 522,14 mm.

Em relação às doses de silicato de potássio, a resposta da altura das hastes (Figura 4B) e diâmetro das hastes (Figura 5), apresentaram comportamento quadrático.

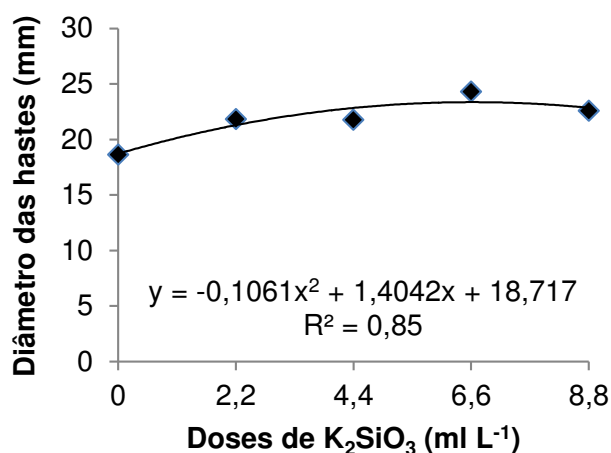


Figura 5. Diâmetro das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função das doses de silício. Pombal, PB. 2018.

Tal comportamento mostrou o ponto de máximo para a altura das hastes situando na dose estimada de 5,4 ml L⁻¹, sendo essa 25,74% maior ao encontrado nas plantas que não receberam os tratamentos com silicato. Já para o diâmetro das

hastes, o ponto de máximo foi obtido na dose estimada de 6,6 ml L⁻¹, correspondendo a um crescimento de 19,88%. Fato esse que pode está associado ao aumento do suprimento de potássio que é fundamental para que a planta apresente maior eficiência do uso da água, pois esse nutriente está associado à características que interferem na eficiência do uso da água, como a regulação da turgidez, abertura e fechamento estomático e controle da transpiração (NELSON *et al.*, 2005).

Kamenidou *et al.* (2008), avaliando a aplicação de fontes e modos de aplicação do silício no girassol ornamental da cultivar 'Ring of Fire', produzido em vasos em casa de vegetação, verificaram que a aplicação do Si aumentou o diâmetro do caule e da altura da planta.

Com relação aos dados de número de folhas, observou que o déficit de irrigação reduziu significativamente a variável morfológica em questão (Figura 6A), de tal forma que o regime correspondente a 100% da ETr proporcionou um aumento de 7% no número de folhas, quando comparada a média obtida pelo regime que correspondeu a 50% da ETr.

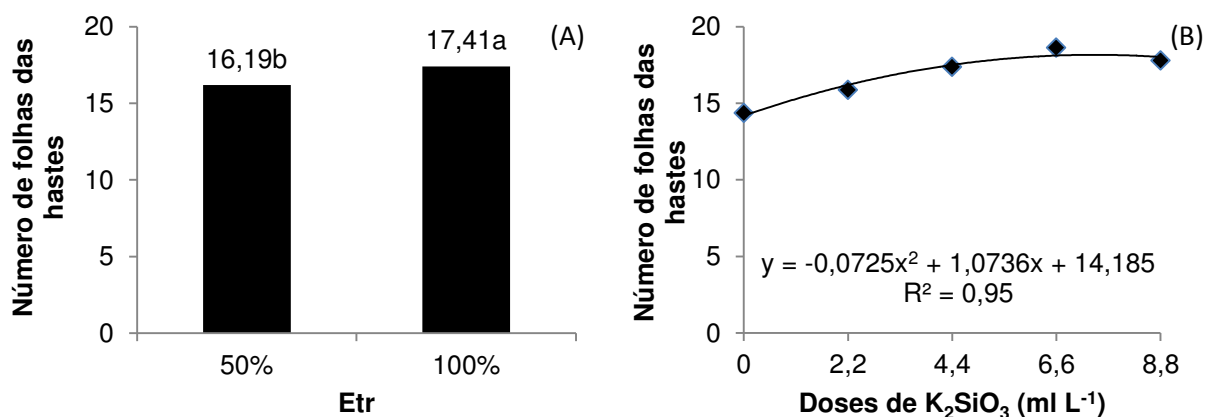


Figura 6. Número de folhas das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silício (B). Pombal, PB. 2018.

Segundo Nazarli *et al.* (2010) as folhas são fontes primárias de produção de substâncias fotossintéticas necessárias ao enchimento dos aquênios, sendo assim, situações de menor conteúdo de água no solo irão resultar em diminuição do desempenho produtivo desta espécie.

Tais resultados são condizentes com os observados por Fontenelli (2014), que analisando métodos de manutenção da umidade no solo no cultivo do girassol, verificou que o sistema autoirrigante manteve constante o conteúdo de água no solo,

e foi favorável ao aumento da produção de folhas do girassol, quando comparado aos demais tratamentos em que o volume de água só era adicionado no momento da irrigação.

Paiva Sobrinho *et al.* (2011), analisando o crescimento inicial de plantas de girassol, verificaram acréscimo no número de folhas por planta onde a disponibilidade de água no solo foi maior. Silva *et al.* (2012) avaliando o crescimento e desenvolvimento do girassol cultivado sob déficit hídrico, também verificaram maior número de folhas no tratamento em que a cultura não sofreu déficit hídrico.

Observa-se na Figura 6B que o número de folhas das hastes de girassol em função das doses de silicato de potássio apresentou um comportamento quadrático, e segundo os ajustes da equação, a dose estimada em $7,4 \text{ ml L}^{-1}$ proporcionou um aumento de 21,88% da variável em questão.

O efeito benéfico do silicato de potássio com relação ao aumento do número de folhas nas plantas pode ser associado a diversos fatores indiretos que estimulam o crescimento e a produção vegetal devido à deposição deste elemento nas folhas, aumentando a rigidez das paredes celulares e redução da transpiração cuticular. Desta forma, ocorre um aumento da quantidade de água na planta e consequentemente de fotoassimilados (JESUS *et al.*, 2018).

A irrigação com aplicação de 100% da ETr também promoveu influencia positiva na TCA_{ah} (Figura 7A), com um aumento correspondendo a 16,58%, em relação as plantas do regime de 50% da ETr.

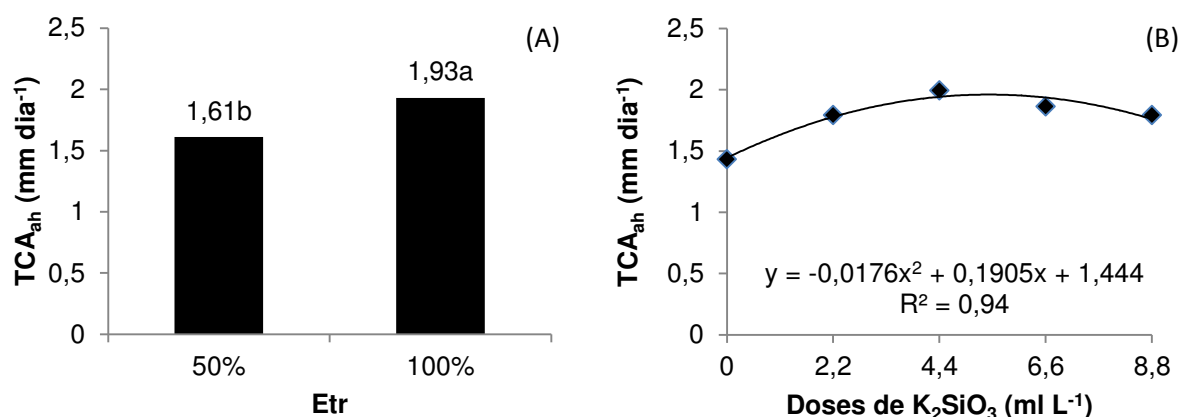


Figura 7. Taxa de crescimento absoluta da altura das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silício (B). Pombal, PB. 2018.

Segundo Scalon *et al.* (2011), em condições de baixa disponibilidade de água no solo, vários processos metabólicos das plantas podem ser influenciados, como o fechamento estomático, redução da condutância estomática, da fotossíntese e da transpiração, levando ao declínio da taxa de crescimento.

As doses de silicato de potássio promoveram um efeito positivo sobre a taxa de crescimento absoluto da altura da haste (Figura 7B), apresentando um efeito quadrático, que segundo os ajustes da equação a dose de 5 ml L⁻¹ correspondeu a um aumento de 26,30%. Possivelmente, este comportamento está associado ao fato de que, o silicato de potássio acarreta em mudanças na arquitetura dessas plantas, que mantêm as folhas mais eretas ocasionando melhoria na interceptação da luz solar, conseqüentemente da fotossíntese, acumulando mais fotoassimilados (FARIAS, 2012).

Com relação à taxa de crescimento relativo da altura da haste (Figura 8A), o regime de 100% da ETr proporcionou efeito positivo, com um aumento de 8,88% quando comparada com as plantas sob o menor regime hídrico. O estresse hídrico ocasiona a redução da taxa fotossintética pelo fechamento estomático e mudanças no status de água da folha, levando à redução da transpiração e conseqüentemente do metabolismo (SCALON *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2009), reduzindo o crescimento da planta.

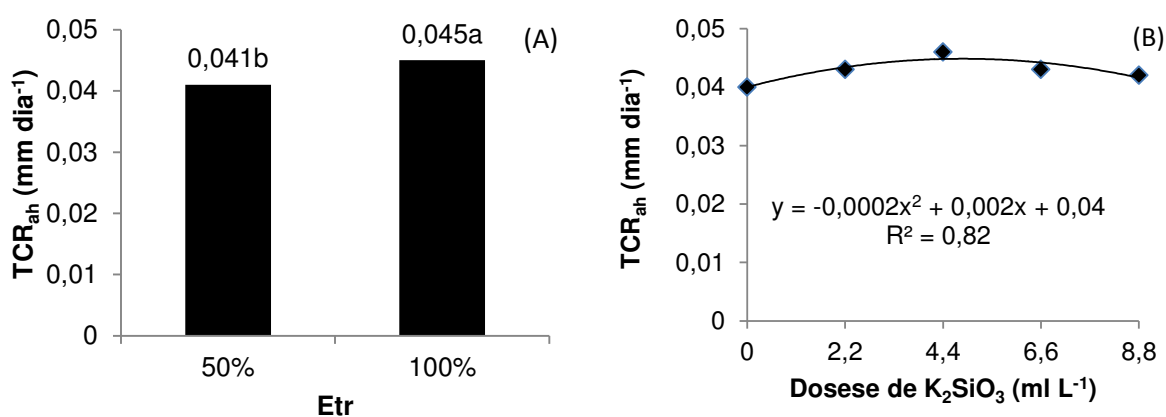


Figura 8. Taxa de crescimento relativo da altura das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silício (B). Pombal, PB. 2018.

Em relação às doses de silicato de potássio, a resposta da taxa de crescimento relativo da altura das hastes (Figura 8B) apresentou efeito quadrático, cujo comportamento mostrou o ponto de máximo situando na dose estimada de 5 ml

L⁻¹, sendo essa 10,20% maior ao encontrado nas plantas que não receberam os tratamentos com o silicato. Tal efeito pode estar relacionado ao estímulo ocorrido pelo silicato de potássio no aproveitamento do nitrogênio pela planta, elemento este que atua na formação de proteínas, aminoácidos, clorofila dentre outras moléculas importantes no metabolismo das plantas (FLORES *et al.*, 2001).

Com relação aos dados da taxa de crescimento do diâmetro da haste, foi observado que o déficit de água também reduziu a variável morfológica em questão (Figura 9A), de tal forma que o regime correspondente a 100% da ETr promoveu um aumento de 9,09% desta variável, quando comparada a média obtida pelo regime que correspondeu a 50% da ETr.

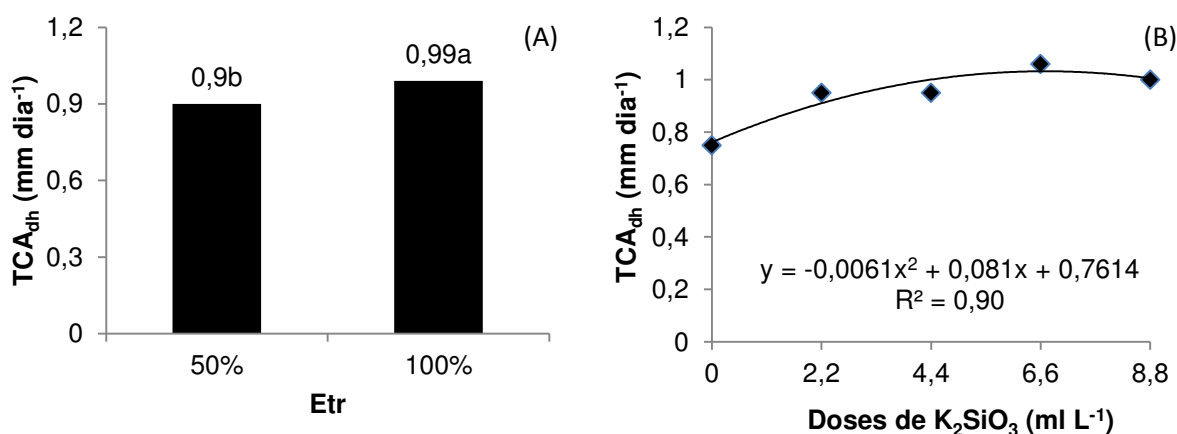


Figura 9. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silício (B). Pombal, PB. 2018.

A imposição do déficit hídrico conferiu redução na (TCA_{dh}), fato explicado em decorrência do decréscimo na disponibilidade de água no solo, que ocasiona queda no potencial de água nas folhas resultando no fechamento dos estômatos e declínio na expansão celular, o que eleva a perda de turgescência, causando um menor crescimento das plantas, fato este também confirmado pela (TCA_{ah}) já citada anteriormente (FIOREZE *et al.*, 2011).

Para as doses de silicato de potássio foi observado que a taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste ajustou-se a um modelo quadrático (Figura 9B) e a dose de 6,8 ml L⁻¹ promoveu um aumento de 26,08%. Isso se deve ao fato de o silicato de potássio atuar na redução da transpiração, a qual poderia ter contribuído para aumentar a pressão de turgescência dentro das hastes (MCAVOY e BIBLE, 1996; KAMENIDOU, 2005; MALAVOLTA, 2006), aumentando assim o diâmetro da haste e consequentemente a taxa de crescimento absoluto da altura das haste.

Para a taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste (Figura 10), observa-se efeito polinomial quadrático das doses de silício na lâmina de irrigação de 100% ETr, com a dose de 8,3 ml L⁻¹ apresentando um aumento de 23,36% na TCR_{dh} quando comparada com as plantas testemunhas.

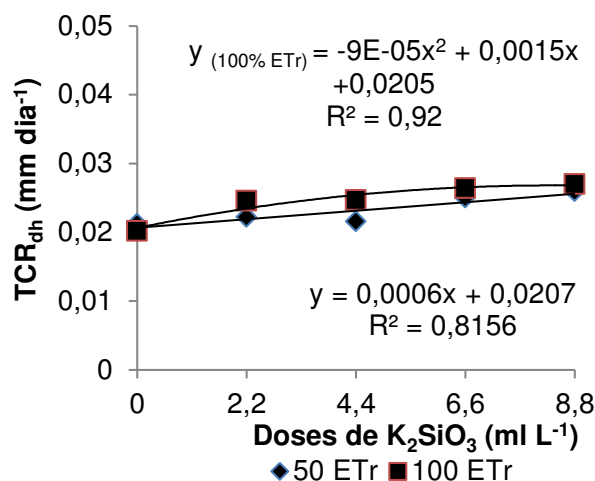


Figura 10. Taxa de crescimento relativo do diâmetro das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silício. Pombal, PB. 2018.

Fato esse atrelado a maior rigidez estrutural dos tecidos, com o aumento da resistência mecânica das células, deixando as folhas mais eretas e aumentando a área fotossintética e a absorção de CO₂ (CARVALHO *et al*, 2009; BRAGA *et al.*, 2009).

No regime hídrico de 50% da ETr, as doses de silício proporcionaram efeito crescente, sendo encontrado na maior dose um aumento de 25,48% na TCR_{dh} quando comparadas as plantas que não receberam aplicação do produto. Tal aumento pode estar relacionado ao estímulo do silicato de potássio no aumento da atividade de enzimas antioxidantes, como catalase e peroxidase, capazes de combater a ação de espécies reativas de oxigênio (ERO's), produzidas em ambientes sob estresse abiótico (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Conforme resumo da análise de variância apresentados na Tabela 3, constatou que houve efeito significativo para os fatores isolados regimes hídricos e doses de silício na variável fitomassa seca das folhas. Já para a interação entre os fatores regimes hídricos e doses de silício, observou-se efeito significativo para a

fitomassa seca da haste, fitomassa seca da inflorescência e fitomassa seca da parte aérea, a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3: Resumo da análise de variância para as variáveis Fitomassa seca das hastes (FSH), Fitomassa seca das folhas (FSF), Fitomassa seca das inflorescências (FSI) e Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio. Pombal, PB. 2018.

Quadrado Médio					
Fontes de variação	GL	FSH	FSF	FSI	FSPA
Regimes hídricos (R)	1	2880**	1708**	150,67**	7998**
Doses de silicato (D)	4	3358**	1680**	267,54**	13305**
Reg. Linear	1	5913**	2992**	526,81**	22667**
Reg. Quadrática	1	5660**	3112**	471,82**	22835**
Interação (R x D)	4	388,49**	92,23ns	54,30**	1649**
Blocos	3	156,12	266,88	15,31	111,21
CV(%)		24,11	29,97	18,36	20,46

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a ($p < 0,01$) e ($p < 0,05$).

Na Figura 11, observa-se a fitomassa seca das hastes de girassol em função dos regimes hídricos e doses de silício, os dados foram ajustados a um modelo de regressão quadrático, para o regime de 50% da Etr com a dose 6,8 ml L⁻¹ obteve-se um aumento de 86,54% na fitomassa seca da haste, quando comparada a menor dose de silicato de potássio.

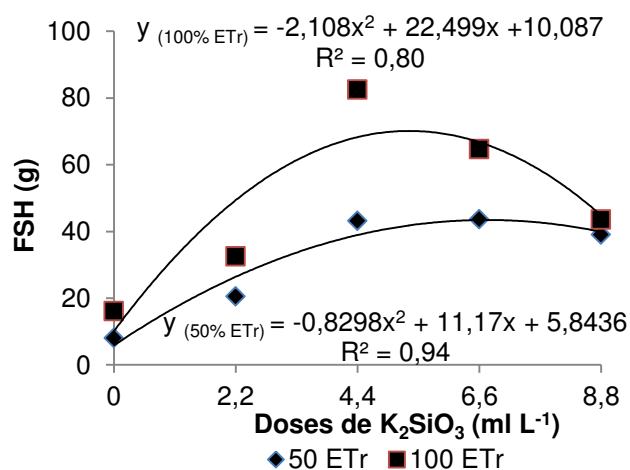


Figura 11. Fitomassa seca das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silício. Pombal, PB. 2018.

Enquanto para o regime correspondente a 100% da ETr, a dose estimada de 5,5 ml L⁻¹ favoreceu um aumento de 85,61% da fitomassa seca da haste. Esse aumento é consequência das melhorias no metabolismo e fotossíntese promovidos

pelo aumento nas doses de silicato de potássio, que promoveram as plantas um acúmulo de solutos suficientes em suas células vivas de modo que estas fossem capazes de permanecerem túrgidas mesmo quando diante do potencial hídrico reduzido (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Com relação aos dados de fitomassa seca de folhas (Figura 12A), observou-se que o déficit de irrigação reduziu a medida de fitomassa, de tal forma que o regime correspondente a 100% da ETr conferiu um aumento de 33,68% na fitomassa, quando comparada a média obtida pelo regime de 50% da ETr.

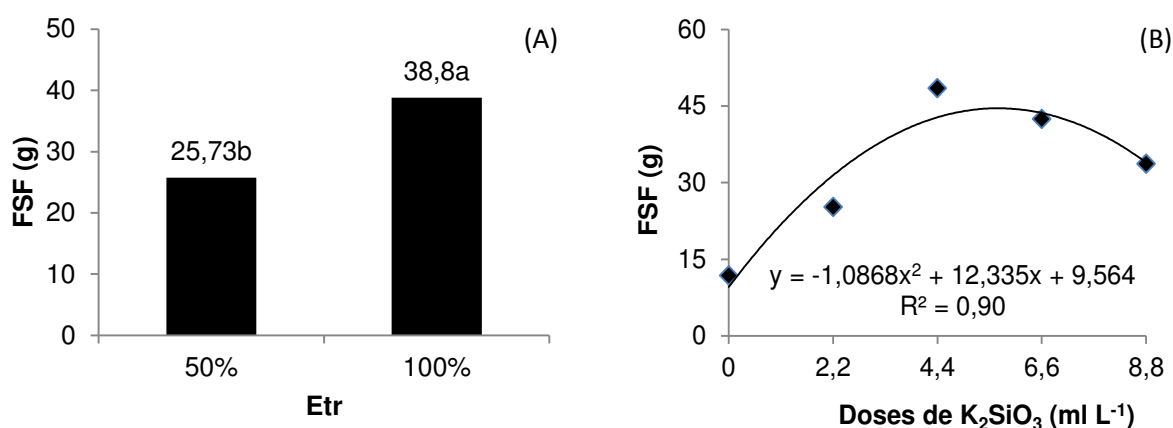


Figura 12. Fitomassa seca das folhas das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos (A) e doses de silício (B). Pombal, PB. 2018.

Tal comportamento ocorre devido ao efeito do déficit hídrico, que pode promover alterações e respostas em parte do organismo ou mesmo nele como todo, as quais podem ser reversíveis, ou permanentes (LARCHER, 2006). A redução da massa seca de folhas pode está associada à sensibilidade da cultura a deficiência hídrica, pois nessas condições de déficit hídrico a planta pode reduzir a área foliar, e conseqüentemente a fotossíntese, resultando em menor acúmulo de massa seca (HATTORI *et al.*, 2005).

O déficit hídrico provoca limitação na absorção de água e dessa forma reduz a turgescência celular, atrasando o crescimento da planta e aumentando a síntese de enzimas proteolíticas. Estas enzimas quebram as proteínas armazenadas nas plantas e reduzem sua síntese, afetando vários processos bioquímicos na tentativa de manter os níveis de água na folha, assim como o balanço osmótico celular (SOUZA *et al.*, 2015).

Observa na Figura 12 B que a fitomassa seca das folhas em função das doses de silicato de potássio apresentou comportamento quadrático, com a dose estimada em 5,7 ml L⁻¹ conferindo um aumento de 78,53% da variável em questão.

As plantas de girassol podem acumular Si na folha (GUNES *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009), o que reduz a transpiração e faz com que a exigência de água pela planta seja menor, devido à formação de dupla camada sílica. Essa camada reduz a transpiração, por diminuir a abertura dos estômatos, limitando, assim, a perda de água (ZANÃO JÚNIOR, 2011). Já o potássio que atua como ativador enzimático e transportador de solutos orgânicos e inorgânicos, o que de fato, converte a eficiência fotossintética em eficiência produtiva, através da conversão de açúcares simples (fonte) em complexos (dreno) e transporte de solutos orgânicos ao órgão de armazenamento (BAR-TAL, 2011).

A aplicação de silicato de potássio inibiu o efeito deletério da restrição hídrica sobre a fitomassa seca de inflorescência (Figura 13), possivelmente pelo aumento na eficiência no uso da água, induzida pelos possíveis efeitos benéficos do silício.

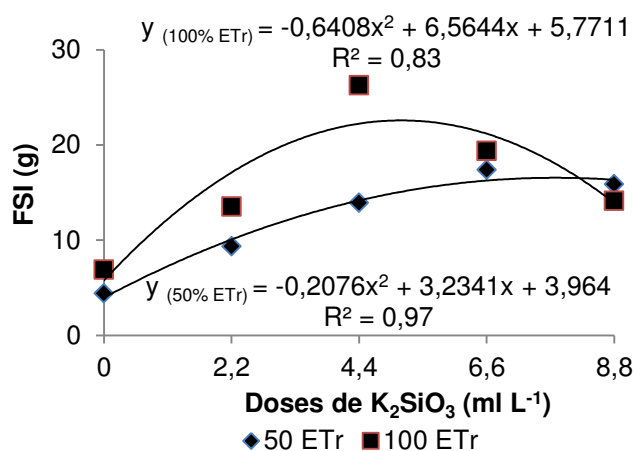


Figura 13. Fitomassa seca das inflorescências das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silício. Pombal, PB. 2018.

Observando o efeito polinomial quadrático das doses de silicato de potássio no regime hídrico de 100% ETr, com a dose de 5,1 ml L⁻¹ apresentou um aumento de 74,44% na fitomassa da inflorescência quando comparada com as plantas testemunhas. Enquanto o regime de 50% da ETr, a dose de silício de 7,8 ml L⁻¹ promoveu um aumento de 70,02% na fitomassa seca de inflorescência quando

comparada a testemunha. O acúmulo de fitomassa em inflorescência está relacionado à consequente distribuição de fotoassimilados, via folhas e hastes, durante a formação e desenvolvimento dos botões florais, influenciando assim, o tamanho e a qualidade das inflorescências (SANTOS *et al.*, 2001).

Na Figura 14, observa-se a fitomassa seca da parte aérea de girassol em função dos regimes hídricos e doses de silicato de potássio, que ajustou ao modelo de regressão quadrático e para o regime de 50% da Etr com a dose 6,9 ml L⁻¹ obteve-se um aumento de 82,44% na fitomassa seca da parte aérea, quando comparada a menor dose de silicato. Enquanto para o regime correspondente a 100% da ETr, a dose estimada de 5,2 ml L⁻¹ proporcionou um aumento de 79,72% da fitomassa seca da parte aérea.

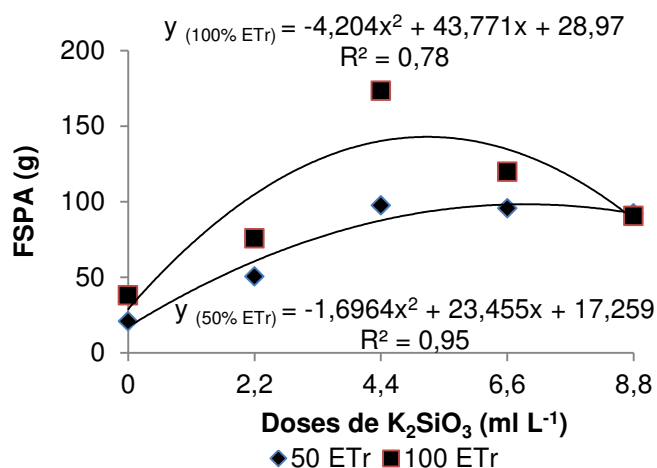


Figura 14. Fitomassa seca da parte aérea das hastes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em função dos regimes hídricos e doses de silício. Pombal, PB. 2018.

Esse comportamento é reflexo do comportamento das fitomassas da haste, folha e inflorescência. Deste modo podemos inferir que o silicato de potássio mitigou o efeito deletério da restrição hídrica, sugerindo uma maior eficiência fotossintética e produção de fotoassimilados, caracterizada pelo ganho, em geral, em rendimento de fitomassa seca total.

5. CONCLUSÕES

O silicato de potássio promoveu o crescimento das plantas de girassol ornamental na dose estimada de 5,9 ml L⁻¹.

O silicato de potássio atenuou o estresse hídrico, com a dose estimada de 7,5 ml L⁻¹ para o regime correspondente a 50% da Etr e a dose de 6,0 ml L⁻¹ para o regime de 100% da Etr.

6. REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>>. Acesso em 10 fev. 2018.
- ANEFALOS, L. C.; GUILHOTO, J. J. M. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 41-63, 2003.
- BAR-TAL, A. The Effects of nitrogen form on interactions with potassium. . Switzerland: International Potash Institute. 2011. Disponível em: <<https://www.ipipotash.org/en/eifc/2011/29/3/english>>. Acesso em 03 fev 2017.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BHARGAVA, S.; SAWANT, K. Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. **Plant Breeding**, v.32, n.1, p.21-32, 2013.
- BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; DE CARVALHO, J. G.; DE CASTRO, E.M. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 128-132, 2009.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. P. 375-470.
- CANTUÁRIO, F.S. Produção de pimentão submetido a estresse hídrico e silicato de potássio em cultivo protegido. 2012. 107p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Uberlândia. 2012.
- CANTUÁRIO, F.S.; LUZ, J.M.Q.; PEREIRA A.I.A.; SALOMÃO L.C.; REBOUÇAS, T.N.H. Podridão apical e escaldadura em frutos de pimentão submetidos a estresse hídrico e doses de silício. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.2, p.215-219, 2014.
- CARVALHO, M. P.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p. 2394-2399, 2009.
- CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C.; BALLA, A. Avaliação de genótipos de girassol em ensaio intermediário (1992/93), LondrinaPR. In: Reunião Nacional de Girassol, 10, 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: IAC, 1993. p.37.
- CAVASIN JÚNIOR, C. P. **A cultura do girassol**. Guaíba, Agropecuária, 2001. 69 p.
- CHAKRABORTY, K.; SINGH A. L.; KALARIYA K. A.; GOSWAMI, N.; ZALA, P.V. Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to water deficit stress: status of oxidative stress and antioxidant enzyme activities. **Acta Botanica Croatica**, v.74, n.1, p.123- 142, 2015.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. Geografia do Brasil. São Paulo: Moderna, 368 p., 1982.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: décimo segundo levantamento**, Set./2009. Brasília: Conab,2009.

CORSATO, J. Q. *et al.* Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n. 2, p. 353-360, 2010.

CURTI, G. L. Caracterização de cultivares de girassol ornamental semeados em diferentes épocas no Oeste Catarinense. 2010. 76p. Dissertação. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CURTI, Gilberto Luiz *et al.* Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. **Rev. de Ciências Agrárias** [online]. 2012, vol.35, n.1, p.240-250.

DOMINGOS, A. P.; KÄMPF, A. N.; SLOGO, L. A. **Diagnóstico da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/311567070DCEA48C032572170054A774/\\$File/NT000B578E.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/311567070DCEA48C032572170054A774/$File/NT000B578E.pdf)> . Acesso em: 22 jan 2018.

DONOHUE, R.J.; RODERICK, M.L.;MCVI, T.R.; FARQUHAR, G.D.; 2013. Impact of CO₂ fertilization on maximum foliage cover across the globe's warm, arid environments. **Geophysical Research Letters**, v. 40, n. 12,p.3031–3035, 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de girassol colorido para o Brasil. Londrina, 2003. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106144/1/ID-23584.pdf>>. Acesso em: 2 dez 2017.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**, Editora Planta, 2006,403p.

ERNANI P. R. *et al.* Potássio. In: NOVAIS RF; ALVAREZ VH; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594, 2007.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. 2005. 186 f. Monografia (Especialização em Solos e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

FARIAS, A. T. V. Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro em função de doses de silício e ácido salicílico – 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Computer statistic alanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, L. F. A. **Cadeia Produtiva de Flores do Distrito Federal: Estudo e Arte**. 2013. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade de Brasília, 2013.

FIOREZE, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n.3, p. 342-349, 2011.

FLORES, P.; et al. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, p.1561-1573, 2001.

FONTENELLI, J. V. **Métodos de manutenção de umidade do solo no cultivo do girassol e cártamo em condições controladas**. 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Engenharia de Sistemas Agrícolas). Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2014.

FRANÇA, C. A. M. DE, MAIA, M. B. R. Panorama do agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil , In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, **Administração e Sociologia Rural** , Rio Branco , Acre, 2008, 10 p.

FURLAN A.; LLANES, A., LUNA, A., CASTRO, S. Physiological and Biochemical Responses to Drought Stress and Subsequent Rehydration in the Symbiotic Association PeanutBradyrhizobium sp. International Scholarly **Research Network**, p.1-8, 2012.

GAZZOLA, Adriano et al. A cultura do girassol. **Piracicaba–SP. Junho de**, 2012.

GOMES, E. M.; UNGARO, M. R. G.; VIEIRA, D. B. Impacto da suplementação hídrica no acúmulo e partição da matéria seca de girassol. In: Simpósio Nacional de Girassol, 3, e Reunião Nacional da Cultura de Girassol, 15, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: CATI, 2003.

GRACIANO, E.S.A.; SANTOS, H.R.B.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; Gaseous exchanges, photochemical efficiency and photosynthetic pigments of peanut genotypes under soil water deficit. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v.9, n.1, p.27-36, 2016.

GUNES, A.; KADIOGLU, Y. K.; PILBEAM, D. J.; INAL, A.; COBAN, S.; AKSU, A. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, II: Essential and nonessential element uptake determined by polarized energy dispersive X-ray fluorescence. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 39, n. 13-14, p. 1904-1927, 2008.

HATTORI, T.; INANAGA, S.; ARAKI, H.; AN, P.; MORITA, S.; LUXOVÁ, M.; LUX, A. Application of silicon enhanced drought tolerance in sorghum bicolor. **Plant Physiology**, v. 123, p. 459-466, 2005.

HECKMAN. Silicon: a beneficial substance. **Better Crops**, v.97, n.4, p. 14-16. 2013.

- HENNING, A. A. *et al.* (2005) **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja. Londrina, 641 p.
- HUANG, M. C. New ornamental crops in Asia. **Acta Horticulturae**, v. 397, p.49, 1995.
- HUNT, D. F.; SHIPLEY, B.; ASKEW, A. P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v. 90, n. 04, p. 485-488, 2002.
- IEA – Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8748>> . <<http://www.iea.sp.gov.br/out/arquivoAN.php?codTipo=2>>. Acesso em 06 fev 2018.
- ISA, M.; BAI, S.; YOKOYAMA, T.; MA, J. F. Silicon enhances growth independent of sílica deposition in a low-silica rice mutant, Isil. **Plant Soil**. V. 331, p. 361-375, 2010.
- JESUS, E. G.; FÁTIMA, R. T.; GEURRERO, A. C.; ARAÚJO, J. L.; BRITO, M. E. Growth and gas exchanges of arugula plants under silicon fertilization and water restriction. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 22, n. 2, 2018.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 14, n.1, p. 37 - 52, 2008.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 115-120, abr./jun. 2014.
- KAMENIDOU, S. **Silicon supplementation affects greenhouse produced cut flowers**. 2005. 92 f. Dissertation (Master of Science)-Faculty of the Graduate College, Oklahoma State University, Oklahoma, 2005.
- KAMENIDOU, S.; CAVINS, T. J.; MAREK, S. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. **HortScience**, v.43, p.236-239, 2008.
- SIKIYUNA, I.; FRANCISCO, V. L. F. S.; COELHO, P. J.; CASER, D. V.; ASSUMPÇÃO, R.; ÂNGELO, J. A. FLORICULTURA BRASILEIRA NO INÍCIO DO SÉCULO XXI: o perfil do produtor. **Informações Econômicas**, v.34, n.4, abr. 2004.
- KLANCNIK, K.; MIKUS, K. V.; GABERSCIK, A. Silicifield structures affect leaf optical properties in grasses and sedge. **Journal of Photochemistry and Photobiology b: Biology**, v.130, p. 1- 10, 2014.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.
- LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, F. A. de; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B. **Indicações para o cultivo de girassol**

nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 78).

LIRA, M.A.; CARVALHO, H.W.L. de; CHAGAS, M.C.M. das; BRISTOT, G.; DANTAS, J.A.; LIMA, J.M.P. de. Avaliação das potencialidades da cultura do girassol como alternativa de cultivo no semiárido nordestino. **Natal: ENPARN**, Documentos, n 40, 43p. 2011.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3ed. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2001. p.423.

LUZ, J. M. Q.; RODRIGUES, C. R.; CARVALHO, P. C.; CANTUÁRIO, F. S.; SOUSA, V. B. F. Aplicação de silicato de potássio via foliar em morangueiro: produtividade e qualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50. **Anais...** Guarapari: ABH, 2010.

MALAVOLTA, E. **O potássio e a planta.** Boletim técnico nº 1. Piracicaba: POTAFOS, 61 p. 1984.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1997. 318p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MANSORI ,M.; CHERNANE, H.; LATIQUE ,S.;BENALIAT ,A.; HSISSOU ,D.;KAOUA,M.E. Seaweed extract effect on water deficit and antioxidative mechanisms in bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.).**Journal of applied phycology**,v.27,n.4,p.1689-1698,2015.

MCAVOY, R. J.; BIBLE, B. B. Silica sprays reduce the incidence and severity of bract necrosis in poinsettia. **HortScience**, Alexandria, v. 31, n. 7, p. 1146-1149, Dec. 1996.

MERRIEN, A.; MILAN M. J. Physiologie du Tournesol. Paris. **Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains**, p. 21-27, 1992.

MERRIGHI, A. L. N.; FERNANDES, A. L. T.; FIGUEIREDO, F. C. Novas pesquisas reforçam os efeitos do silício líquido solúvel aplicado via foliar em cafeeiros. **Revista Campo e Negócios**, Uberlândia, ano 4, n. 56, p.25-27, 2007.

MORAIS, F. A.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T.; MOTA, A. F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agrônômica**. v. 42, n. 2, p. 327-336, 2011.

NAZARLI, H.; ZARDASHTI, M. R.; DARVISHZADEH, R.; NAJAFI, S. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. **Notulae Scientia Biologicae**, v.2, p.53- 58, 2010.

NELSON, K. A.; MOTOVALLI, P. P.; NATHAN, M. Response of No-Till Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] to Timing of Preplant and Foliar Potassium Applications in a Claypan Soil. **Agronomy Journal**, Madison. v. 97, p. 832–838, 2005.

NEVES, M. B.; BUZETTI, S.; CASTILHO, R. M. M.; BOARO, C. S. F. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos em dois substratos, com solução nutritiva e em solo. **Científica**, v.33, n.2, 2005.

NEZAMI, A.; KHAZAEI, H. R.; REZAZADEH, Z. B.; HOSSEINI, A. Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus*) in controlled conditions. **Journal Desert**, v.12, p.99- 104, 2008.

NOBRE, R. G.; ANDRADE, L. O.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G.; SILVA, L. A. Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. **Educação Agrícola Superior**, v. 23, n.1, p.58-60, 2008.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p.358-365, 2010.

NXELE, A. KLEIN, A. NDIMBA, B.K. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. **South African Journal of Botany**, v.108, n.1, p.261–266, 2017.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. C. P. **Floricultura: caracterização e mercado. Fortaleza**: Banco do Nordeste do Brasil, 2007.

PAIVA SOBRINHO, S.; TIEPPO, R. C.; SILVA, T. J. A. Desenvolvimento inicial de plantas de girassol em condições de estresse hídrico, Enciclopédia Biosfera, v. 7, p. 1-12, 2011.

PARAÍBA CRIATIVA. **São Domingos**. João Pessoa, PB. 2015. Disponível em: <<http://www.paraibacriativa.com.br/artista/sao-domingos/>>. Acesso em: 16 fev. 2017.

PASQUALETO, A. *et al.* Ocorrência de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão a culturas de safrinha no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 32, n. 2, p. 133-138, 2001.

PEREIRA, J. P. C. N.; CARVALHO, M. M. Cooperação e localidade: uma análise no contexto do agronegócio de flores. **Produção**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 195-209, jan./abr. 2008.

PILON, C.; SORATTO, R.P.; BROETTO, F.; FERNANDES, A.M. Foliar or soil application of silicon alleviate water-deficit stress of potato plants. **Agronomy Journal**, v.106, n.6, p.2325- 2334, 2014.

POORTER, H. Plant growth analysis: towards a synthesis of the classical and the functional approach. **Physiologia Plantarum**, v. 75, s.n., p. 237-244, 1989.

RAHIMI, R.; ROOHI, A. M. V.; ARMAND, N. Effects of salt stress and silicon nutrition on chlorophyll content, yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare*

Mill. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v.4,n. 21, p.1591-1595, 2012.

REIS, T. H. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; FIGUEIREDO, F. C.; POZZA, A. A. A.; NOGUEIRA, F. D.; RODRIGUES, C. R. O silício na nutrição e defesa de plantas. EPAMIG, **Boletim Técnico**, n.82. 2007. 119p.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M. FIGUEIREDO, F. C. Aplicação de silício líquido solúvel via foliar em batata: Aumento de 5 toneladas/há de batata extra. **Revista Campo e Negócios HF**, Uberlândia, v. 10, p. 66-70, 2007a.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M. FIGUEIREDO, F. C. Aumento de qualidade e produção com aplicação de silício solúvel. **Revista Campo e Negócios HF**, Uberlândia, v. 24, p. 34-40, 2007b.

RODRIGUES, E.J.R. *et al.* Girassol. In: PAIVA, D.O.P. & ALMEIDA, E.F.A.A. (Coord). **Produção de flores de corte**. 1. Ed. Lavras, MG: Editora UFLA, 2012. P. 403-441.

SANTOS, J. M.; BARBOSA, J. G.; CECON, P. R.; BRUCKNER, G. H. Análise da produção de matéria fresca e números de botões florais em duas variedades de roseira, em função de tipos de podas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. Campinas, v. 7, n. 2, p. 89-94, 2001.

SCALON, S. D. P. Q., MUSSURY, R. M., EUZÉBIO, V. L. M., Kodama, F. M., & Kissmann, C. (2011). Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.

SAVVAS, D.; NTATSI, G. Biostimulant activity of silicon in horticulture. **Scientia Horticultura**, v. 196,n.30, p. 66-81, 2015.

SEILER, G. J. Anatomy and Morphology of sunflower. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.) *Sunflower science and technology*. Maidson, v. 21, p. 901-903, 1981.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Flores e plantas ornamentais do Brasil: volume 1 - o mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**. Brasília, DF: SEBRAE, 2015. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/\\$File/5518.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/$File/5518.pdf)> . Acesso em: 16 fev. 2017.

SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P.; LIMA, E. M. C.; Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. R. **Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.11, n.5, p.482-488, 2007.

SILVA, F. C.; LEITÃO, M. R. F. A. Extensão rural e floricultura tropical para o desenvolvimento local: a cooperação no processo de inclusão competitiva dos agricultores familiares em Pernambuco. **Interações**, Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 9-19, 2009.

SILVA, E. C. *et al.* Stomatal changes induced by intermittent drought in four umbu tree genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 33-42, Jan./Mar. 2009.

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

SILVA, A. A. F.; ERNAL, A. O.; FERREIRA, C.; VILLALOBOS, Leaf water relations and gas exchange response to water deficit of olive (cv. Cobrançosa) in field grown conditions. **Plant Soil**, v. 402, n.1, p. 191-209, 2016.

SILVA, M. S.; LOUREIRO, E. B.; GALDINO, L. K. A. **Evolução da floricultura no Estado de Santa Catarina**. 2011. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiaagricola/58.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

SONOBE K.; HATTORI T.; AN P.; TSUJI W.; ENEJI A. E.; KOBAYASHI S.; KAWAMURA Y.; TANAKA K.; INANAGA S. Effect of silicon application on sorghum root responses to water stress. **Journal of Plant Nutrition**, v.34, n.1, p. 71–82, 2011.

SOUZA, L. C.; MELO, N. C.; SIQUEIRA, J. A. M.; SILVA, V. F. A.; OLIVEIRA NETO, C. F. Comportamento bioquímico no milho submetido ao déficit hídrico e a diferentes concentrações de silício. **Revista Agrarian**. v.8, n.29, p.260-267, Dourados, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.

TEIXEIRA, P.C. *et al.* Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

TROEH, R.F.; THOMPSON, L.M. Potássio. In: **Solos e fertilidade do solo**, São Paulo: Andrei, 2007. p. 374-400.

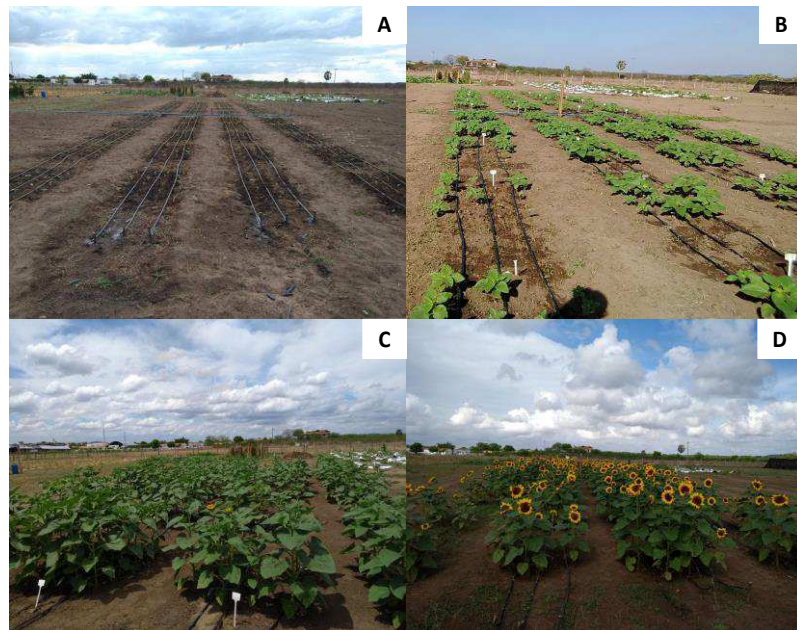
UNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do girassol**. Campinas: IAC, 1986, 26 p. Boletim Técnico 105.

VIEIRA, A. A.; SAMPAIO, G. R.; SAMPAIO, Y. S. B. Floricultura em Pernambuco: perspectivas de crescimento para 2020. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 48., Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2014. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/1173.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

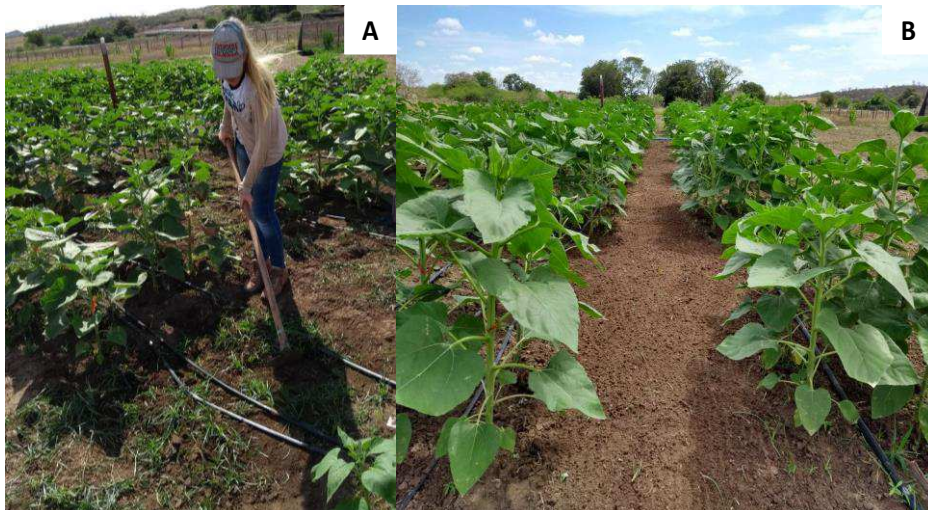
VRANCEANU, A.V. **El girasol**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1977. 379p.

ZANÃO JÚNIOR, L. A. Produção de girassol ornamental e rosas em vasos por influência da fertilização silicatada. 2011. Tese (Doutorado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

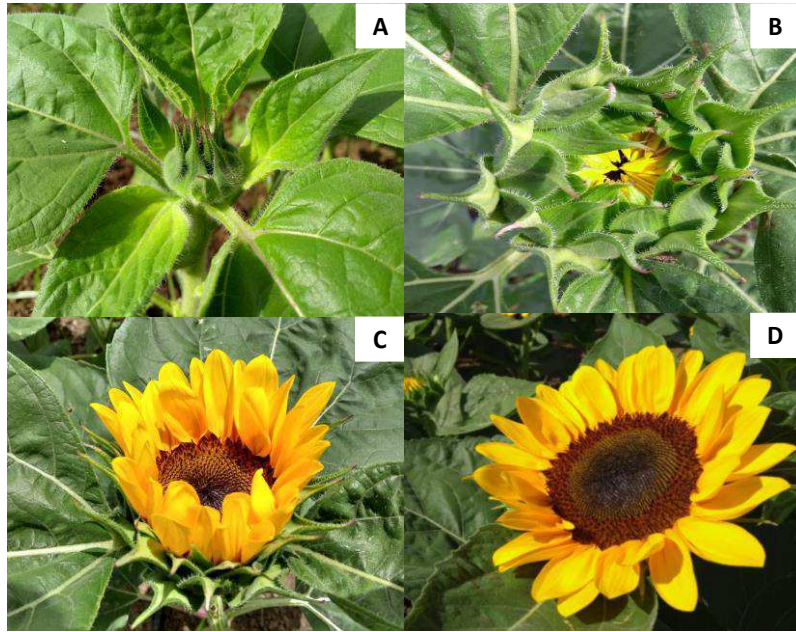
APÊNDICES



Apêndice A. Área experimental – Transplântio (A), 15 dias após o transplântio (DAT) (B), 30 DAT e 45 DAT. Pombal, PB. 2018.



Apêndice B. Controle de plantas daninhas – Capina manual (A) e área após controle (B). Pombal, PB. 2018.



Apêndice C. Inflorescência – 20 dias após o transplântio (DAT) (A), 30 DAT (B), 33 DAT e 36 DAT. Pombal, PB. 2018.