

Câmpus
Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

**APLICAÇÃO BORATADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS
FENOLÓGICOS NA CULTURA DO GIRASSOL**

AMANDA TAVARES DA SILVA

MESTRADO

**Ipameri-GO
2019**

AMANDA TAVARES DA SILVA

**APLICAÇÃO BORATADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS
FENOLÓGICOS NA CULTURA DO GIRASSOL**

Orientador. Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus - Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri
2019

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

TAM484 Tavares da Silva, Amanda
a APLICAÇÃO BORATADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS
FENOLÓGICOS NA CULTURA DO GIRASSOL / Amanda Tavares da
Silva; orientador Cleiton Gredson Sabin Benett. -- Ipameri, 2019.
36 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
Acadêmico em Produção Vegetal) -- Câmpus-Ipameri, Universidade
Estadual de Goiás, 2019.

1. Produção Vegetal. 2. Girassol. 3. Adubação. 4. Boro. 5. Agronomia.
I. Gredson Sabin Benett, Cleiton, orient. II. Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “APLICAÇÃO BORATADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS NA CULTURA DO GIRASSOL”

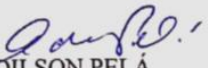
AUTOR(A): Amanda Tavares da Silva

ORIENTADOR(A): Cleiton Gredson Sabin Benett

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:


Prof. Dr. CLEITON GREDSON SABIN BENETT
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO


Dra. NATÁLIA ARRUDA
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO


Prof. Dr. ADILSON PELÁ
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO

Data da realização: 28 de fevereiro de 2019



DEDICATÓRIA

É chegado ao fim um ciclo de muitas risadas, choro, felicidade e frustrações. Sendo assim, dedico este trabalho a todos que fizeram parte desta etapa da minha vida:

À minha mãe Helena de Fátima O. Silva,

Ao meu irmão Jorge Tavares da Silva Neto,

Ao meu pai Venâncio Tavares da Silva (*in memoriam*),

À minha avó Isabel Alves da Silva (*in memoriam*),

Ao meu primo Ailton Correia Tavares,

À minha tia Maria Helena Tavares Machado,

Aos meus familiares,

Aos meus amigos,

À Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri-GO.

AGRADECIMENTOS

Existem inúmeras pessoas que passam por nossa vida, deixando lembranças boas e algumas que deixam lembranças não muito agradáveis. Mas neste estudo de caso só irei lembrar de pessoas que diretamente me ajudaram a passar por vários (e foram muitos) obstáculos, para chegar até aqui.

Agradeço primeiramente a Deus: “Ele (Deus) é o dono de tudo. Devo a Ele a oportunidade que tive de chegar onde cheguei. Muitas pessoas têm essa capacidade, mas não têm a oportunidade. Ele a deu pra mim, não sei porque. Só sei que não posso desperdiçá-la” (Ayrton Senna).

A minha família esse abrigo que nos guarda das tempestades do dia a dia, o lugar perfeito para recebermos o amor que nos consola. O meu agradecimento será eterno para com vocês que me ajudam a nunca desistir dos meus sonhos. Em especial a minha mãe Helena de Fatima, meu irmão Jorge Tavares e meu primo Ailton Correia.

A um grupo de pessoas que destaca particularmente. Um grupo empenhado, dedicado, sábio e paciente. Um grupo que nos faz sonhar e acreditar em nossa capacidade. Um grupo no qual seu trabalho não se limita à sala de aula. Porque eles cuidam e se preocupam como pais, são acima de tudo amigos. Em especial minha gratidão ao Prof^o Cleiton Gredson Sabin Benett e a Profa^o Katiane Santiago Silva Benett, por toda orientação recebida, pelas palavras amigas, pelos conselhos e por acreditarem na minha capacidade e por trazer tanta alegria e nos acolher em sua família. A vocês professores minha eterna gratidão.

Ao grupo de pesquisa GEPEFi (Grupo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia), minha gratidão por ser muito além de um grupo de estudo, por ser uma família, um ponto de apoio, por serem companheiros. Obrigada, por estarem juntos nos momentos de calma e por não abandonarem nos momentos de tempestades.

E a nossa mascote Lívia que é uma princesa, e com seu olhar inocente de criança sempre nos permite acreditar no amanhã e esquecer das dificuldades de ser adulto.

Meu eterno agradecimento a todos os meus amigos, que deram uma contribuição valiosa para a minha jornada acadêmica. Obrigada pelos conselhos, palavras de apoio, puxões de orelha e risadas. Em especial minha gratidão a Marina Gabriela, Anne Martins e Aparecido Alves por serem anjos na minha jornada em Ipameri, obrigada por sorrirem, chorarem e surtarem ao meu lado, obrigada por estarem ao meu lado na alegria, na tristeza, nas bebedeiras, nas ressacas, na pobreza etc., vocês possuem um lugar especial em meu coração. Entretanto Deus foi extremamente generoso comigo e não me enviou apenas 3 anjos ele mandou também amigos e colegas que me acompanharam nos momentos de alegria e bebedeiras, mais também no momento de trabalho duro (e infinito), que me acompanharam durante esses dois anos, sem

medir esforços para tornar real o meu sonho de ser Mestre. Uns eu nem conhecia e que chegaram dispostos a embarcar nesse mundo de girassóis comigo. Entre esses amigos e colegas estão Patrick, Pedro, Eriberto, Guilherme, Júlia, Edilson, Luciana, Natália, Nauan, Rafaela, Kamila, Rogerio, Lucas, Isabela, Willian, Alana, Bruno, Mariana, Starley, Franciely, Sr. Valdivino (Pai da Anne), Jordana, Glenda e tantos outros que ajudaram de forma direta ou indireta. Minha gratidão a vocês e a todos aqueles que estiveram envolvidos de alguma forma na minha vida durante esses dois anos. São pessoas que levarei comigo para todo sempre.

Obrigada Universidade Estadual de Goiás-Campus Ipameri-GO por me receber novamente de braços abertos. Agradeço por me oferecer professores incríveis, um ambiente de estudo saudável e muitos estímulos para participar de atividades acadêmicas. Sou grata não só aos professores, mas também à direção, ao pessoal do administrativo, da limpeza, as meninas dos laboratórios (Joseliana, Carla e Dani) e demais colaboradores da instituição.

A Universidade Estadual de Goiás pela concessão de bolsa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Nível Mestrado.

A todos a minha eterna gratidão, este título também é de vocês!

SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1 INTRODUÇÃO.....	08
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 A cultura do girassol.....	10
2.2 Estádios fenológicos do girassol.....	10
2.3 Importância do boro para a cultura do girassol.....	12
2.4 Épocas de aplicação e doses de boro na cultura do girassol.....	13
3 OBJETIVO.....	15
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1 Local do experimento.....	16
4.2 Cultivar utilizada.....	16
4.3 Delineamento experimental.....	16
4.4 Condução do experimento.....	17
4.5 Variáveis analisadas.....	18
4.6 Procedimento estatístico	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6 CONCLUSÕES.....	30
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

RESUMO

Devido ao seu uso variado como forragem para alimentação animal, óleo vegetal para a alimentação humana e ainda fonte promissora para produção de biodiesel, o girassol torna-se uma cultura importante para a economia do país e conseqüentemente é escolhida pelos produtores devido a sua demanda. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de doses de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do girassol. O experimento foi conduzido nas safrinhas de 2017 e 2018 na Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, localizada no município de Ipameri-GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2 x 5 x 6, com quatro repetições. O Primeiro fator com cinco níveis refere-se aos estádios fenológicos de aplicação do boro (V0, V6, V18, R1 e R3), o segundo fator com seis níveis refere-se às doses de boro (0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg ha⁻¹), aplicadas via solo manualmente utilizando como fonte de boro o ácido bórico (17%). Foram realizadas as seguintes avaliações para cada safra: concentração de boro foliar, índice relativo de clorofila, altura da planta, diâmetro da haste, diâmetro do capítulo, massa do capítulo, número de grãos por capítulo, massa de 1000 grãos e produtividade. Os dados de concentração de boro foliare produtividade foram submetidos a análise de variância avaliados separadamente para cada ano e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os estádios fenológicos e para as demais variáveis os dados foram submetidos a análise de variância conjunta e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para ano de cultivo e épocas de aplicação e, para as doses de B foram realizadas análise de regressão para todas as variáveis. Os estádios fenológicos de aplicação do boro não influenciaram nos parâmetros avaliados na cultura do girassol. A utilização de doses entre 3,38 e 3,74 kg ha⁻¹ de boro influenciaram nas características concentração de boro foliar, altura da planta e massa de mil grãos. E a maioria dos parâmetros avaliados foram influenciados pelo ano de cultivo.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L.; Boro; Produtividade, Nutrição.

ABSTRACT

Due to its varied use as fodder for animal feed, vegetal oil for human consumption and still a promising source for biodiesel production, the sunflower becomes an important crop for the country's economy and consequently is chosen by the producers due to its demand. Thus, the present work had as objective to evaluate the application of boron doses in different phenological stages of the sunflower crop. The experiment was carried out in the interim-harvest of 2017 and 2018 at the Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri, located in the municipality of Ipameri-GO. The experimental design was a randomized block design, arranged in a 2 x 5 x 6 factorial scheme, with four replications. The first factor with five levels refers to the phenological stages of application of boron (V0, V6, V18, R1 and R3), the second factor with six levels refers to the doses of boron (0, 1, 2, 3, 4 and 5 kg ha⁻¹), applied by soil using boric acid as the source of boric acid (17%). The following evaluations were carried out for each crop: leaf boron concentration, relative chlorophyll index, plant height, stem diameter, chapter diameter, chapter mass, number of grains per chapter, mass of 1000 grains and productivity. The data of boron concentration foliare productivity were submitted to analysis of variance evaluated separately for each year and the averages compared by the Tukey test to 5% probability for the phenological stages and for the other variables the data were submitted to analysis of joint variance and the means compared by the Tukey test at 5% probability for year of cultivation and application times, and for the B doses regression analysis was performed for all variables. The phenological stages of boron application did not influence the parameters evaluated in the sunflower crop. The use of doses between 3.38 and 3.74 kg ha⁻¹ of boron influenced the characteristics of leaf boron concentration, plant height and mass of a thousand grains. And most of the evaluated parameters were influenced by the year of cultivation.

Keywords: *Helianthus annuus* L .; Boron; Productivity, Nutrition.

1 INTRODUÇÃO

O girassol possui uso variado como forragem para alimentação animal, óleo vegetal para a alimentação humana e ainda é uma fonte promissora para produção de biodiesel. O que torna a cultura importante para a economia do país e conseqüentemente a escolhida pelos produtores devido a sua demanda. A alta produtividade da cultura aliada ao melhoramento genético está associada a fatores indispensáveis como a fertilidade do solo e a nutrição das plantas.

De acordo com o 12º Levantamento da CONAB (2018), a área nacional para a safra 2016/2017 foi de 62,7 mil hectares, a produtividade de 1,702 kg ha⁻¹ e produção nacional de 103,7mil toneladas. Já para a safra 2017/2018 houve uma variação de 52,3% na área planta em relação à safra 2016/2017 sendo cultivadas 95,5 mil hectares, a produtividade foi de 1,489 kg ha⁻¹ e a produção nacional, teve acréscimo de 37,1%, produzindo 142,2 mil toneladas. Dessa produção nacional o Estado de Goiás é responsável por 24 mil toneladas.

No Brasil o girassol é cultivado em diferentes regiões com condições edafoclimáticas diversas. Embora a cultura se destaca-se por apresentar ampla capacidade de adaptação a diferentes ambientes e por sua rusticidade (POELKING et al., 2018), é necessário atentar-se aos fatores que intervêm na produção e qualidade do girassol, entre eles a nutrição mineral, envolvendo o fornecimento equilibrado de nutrientes, tanto via solo como via fertilização foliar (MARTINS et al., 2014).

Na cultura do girassol a maior absorção de nutrientes e água ocorre no período a partir da emissão do botão floral até o pleno florescimento, estágio R5.5 (CASTRO e OLIVEIRA, 2005). Este é um período de grande importância para o potencial produtivo das plantas (HOCKING e STEER, 1983). Quanto ao boro, as exigências são maiores para o processo reprodutivo do que para o crescimento vegetativo das plantas (FAQUIN, 1994).

As plantas de girassol são altamente exigente em Boro (B), e tem sido utilizadas como plantas indicativa para avaliar a disponibilidade de B no solo (OYINLOLA, 2007). Sendo este nutriente também essencial para o desenvolvimento das plantas, sendo ainda indispensável para o florescimento e no processo de formação da semente. Entre as funções exercidas pelo boro destaca-se a translocação de açúcar, ânion e absorção de cátions, nitrogênio, fósforo, carboidratos; metabolismo lipídico; a formação das paredes celulares; a divisão celular, a germinação do pólen e a frutificação (FAGERIA et al., 2002; AL-AMERY et al., 2011), ressaltando assim a importância de estudos direcionados as exigências de boro pela cultura do girassol.

A deficiência de boro ainda provoca a redução da área foliar, com desenvolvimento de folhas quebradiças, pequenas e espessas, e em alguns casos pode ocorrer acúmulo de compostos nitrogenados nas partes mais velhas, crescimento reduzido de raízes e abortamento floral (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

Diversos fatores influenciam na absorção e disponibilidade de boro do solo, dentre eles estão o sistema radicular das plantas e sua capacidade de exploração, disponibilidade de água, condições climáticas. Assim a adubação adequada garante o suprimento das necessidades da cultura, desenvolvimento das plantas e alta produtividade.

As aplicações de micronutrientes muitas vezes não seguem as variáveis determinadas de acordo com os resultados das análises folha e solo, podendo então não estar maximizando as respostas à aplicação de fertilizantes (KAPPES et al., 2008). Sendo possível através da análise foliar e do solo o meio que proporcionar a recomendação correta, implicando na melhor absorção dos nutrientes em suas relações, reduzindo assim os riscos de ocorrência de toxidez pelo uso excessivo de fertilizante, ou deficiência pela ausência de adubações corretas (LEITE, 2018). Dessa forma a aplicação de micronutriente via solo tem como objetivo elevar a concentração dos mesmos na solução do solo, permitindo que os mesmos sejam absorvidos pelas plantas.

Diante da importância do boro para a nutrição e desenvolvimento da cultura do girassol; dos danos que a deficiência do mesmo podem provocar nas plantas, comprometendo a produtividade final da cultura e da alta capacidade de reciclagem de nutrientes absorvidos em profundidade pela cultura do girassol, torna-se imprescindível o conhecimento sobre a necessidade nutricional das plantas (SANTOS et al., 2010).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta anual, dicotiledônea oriunda do continente americano, dicotiledônea anual, cultivada em todo o mundo (FAGUNDES et al., 2007). É uma espécie produtora de forragem e grãos de fácil adaptação aos diferentes ambientes, apesar de não ter o mesmo cultivo no país como algodão, milho e soja, dentre outras culturas (LIRA et al., 2011).

A cultura possui características desejáveis sob o ponto de vista agrônômico, como ciclo curto, alta qualidade e bom rendimento em óleo, maior resistência à seca, ao frio e a pragas do que a maioria das espécies cultivadas no Brasil. Apresenta grande adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas e a latitude, altitude e fotoperíodo exercem pouca influência na rentabilidade da cultura (FEITOSA et al., 2013), o que a tornam uma opção de oleaginosa para os produtores brasileiros, principalmente na safrinha e em decorrência do programa nacional de biodiesel que incentiva a produção de oleaginosas com características desejáveis para a produção de biodiesel (SILVA et al., 2007).

Segundo LIRA et al. (2011), as faixas de temperatura toleradas pela cultura do girassol variam em torno de 10 a 34°C. As exigências hídricas variam de 200 até 900 mm, sendo que 200 mm bem distribuídos até aos 70 dias, são satisfatórios para se obter uma boa produtividade. O período de maior exigência de água situa-se entre os 10 e 15 dias antes do início do florescimento (estádio fenológico Vn onde n= número de folhas), até entre os 10 e 15 dias posteriormente ao final da floração (estádio fenológico R8). Quanto aos tipos de solos são indicados os de textura média, profundos, com razoável fertilidade, boa fertilidade e pH superior a 5,2 entre ácido a neutro superior a 5,2.

2.2 Estádios fenológicos do girassol

A importância em conhecer sobre a fenologia de uma cultura deve-se ao fato que o período de desenvolvimento das fases é influenciado cronologicamente por vários fatores. Dessa forma é essencial para o emprego correto de muitas práticas culturais como aplicação de adubação, aplicação de herbicidas pós-emergentes, coleta de folhas para análises de tecido e até mesmo o ponto certo de colheita (POELKING et al., 2018).

O ciclo da cultura do girassol é dividido em duas fases (Tabela 1), a vegetativa a qual inicia-se a com a emergência das plântulas e termina com o surgimento do botão floral. Após a emergência, os estádios vegetativos são caracterizados em função do número de folhas com no mínimo 4 cm de comprimento da base da lâmina até a sua extremidade. A fase reprodutiva contém nove estádios que inicia com surgimento do botão floral até a maturação fisiológica da cultura. A maturação é caracterizada pela perda d'água nos grãos (CASTIGLIONI et al., 1997).

Tabela 1: Descrição dos estádios fenológicos da cultura do girassol.

Estádio	Fase Vegetativa
VE (emergência)	O hipocótilo se eleva e emerge na superfície do solo juntamente com os cotilédones e ocorre o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras que deve apresentar no mínimo 4 cm de comprimento.
V_n (n= número de folhas)	Período referente ao aparecimento de folhas verdadeiras com o mínimo de 4 cm de comprimento.
Fase Reprodutiva	
R1	Inflorescência circundada pela bráctea imatura está visível e apresenta muitas pontas, parecida com uma estrela.
R2	O internódio abaixo da base do botão floral alonga-se de 0,5 a 2,0 cm acima da última folha inserida no caule.
R3	O internódio imediatamente abaixo do botão reprodutivo continua a se alongar, a uma distância maior que 2,0 cm acima da última folha inserida no caule.
R4	A inflorescência começa a abrir. As flores liguladas são visíveis e, frequentemente amarelas.
R5	Caracteriza-se pelo início da antese. As flores liguladas estão completamente expandidas e todo o disco das flores está visível. Este estádio continua sendo subdividido até o R5.10 , o qual apresenta 100% das flores abertas.
R6	É caracterizado pela abertura de todas as flores tubulares e as flores liguladas perderam a turgidez e estão murchando.

“...continua...”

R7	Fase do início do desenvolvimento dos grãos. O dorso do capítulo torna-se amarelo claro.
R8	Continua o desenvolvimento dos grãos. O dorso do capítulo torna-se amarelo, porém as brácteas permanecem verdes.
R9	Fase referente a maturação dos grãos (maturação fisiológica), os quais apresentam umidade entre 30 a 32%.

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

2.3 Importância do boro para a cultura do girassol

O micronutriente boro encontra-se em baixas concentrações nas plantas de girassol, sendo, no entanto, essencial para o desenvolvimento da cultura, e a deficiência do mesmo no solo tem ocasionado problemas nutricionais na cultura. No entanto o uso de elevadas doses de boro pode promover alterações no desempenho produtivo das cultivares em consequência de mudanças que podem ocorrer na fisiologia das plantas (SANTOS et al., 2010).

O transporte de B no solo, sua absorção e a distribuição na planta são processos fundamentais para a compreensão do comportamento desse nutriente no sistema solo-planta e a sua importância no desenvolvimento e produtividade da cultura (MATTINELLO et al., 2009). A absorção de B pelas raízes ocorre, especialmente, na forma de ácido bórico; e é influenciada por diversos fatores ambientais, dentre eles pH (À medida que o pH aumenta, aumenta a concentração de B na forma de borato, que possui forte afinidade pelos minerais de argilas, resultando no aumento da adsorção do B), textura do solo (quanto mais arenoso o solo, menor é a disponibilidade do nutriente), matéria orgânica (quanto maior a quantidade de matéria orgânica, maior é a disponibilidade de B para as plantas), mineralogia da argila, umidade (a disponibilidade de B diminui com a redução da umidade do solo), temperatura (ocorre o aumento da adsorção de B com o aumento da temperatura, isso pode ser em decorrência da interação entre o efeito da temperatura com a umidade) (HU; BROWN, 1997; GOLDBERG, 1997).

Os micronutrientes estão disponíveis de acordo com as características do solo e apesar de serem utilizados em pequenas quantidades pelas plantas, a sua falta pode acarretar perdas consideráveis na produção (MONTEIRO et al., 2014). A quantificação dos teores de micronutrientes no solo e o conhecimento da dinâmica destes na planta são a base para a realização de recomendações de fertilizantes.

A deficiência de boro no Brasil acontece com maior frequência nos solos do cerrado. Portanto são, necessários estudos que quantifiquem a verdadeira demanda de boro pelas culturas de safrinha, a fim de elevar ao máximo a potencialidade genética dos materiais (CAPONE et al., 2016). Os sintomas da deficiência são manchas necróticas foliares no começo da floração e, também antes, na pré-floração, afetando também os tecidos internos da parte superior do caule, comprometendo o desenvolvimento do capítulo em floração (LIMA et al., 2013).

Uma vez que a absorção do boro pela planta em sua maioria é realizada por fluxo de massa, a baixa eficiência da adubação com boro pode estar associada ao período de baixa disponibilidade hídrica limitando assim o fluxo de massa e maiores doses sendo necessária para manter o suprimento das plantas (MATTINELLO et al., 2009).

2.4 Épocas de aplicação e doses de boro na cultura do girassol

A adubação boratada na cultura do girassol proporciona incremento no diâmetro de caule, número de folhas e massa de capítulo. Sendo o número de folhas um fator que pode influenciar no aumento da fotossíntese e conseqüentemente na massa de capítulos, resultando em maior produtividade (SILVA et al., 2013). Alguns autores relatam que a adubação com 6 kg ha⁻¹ de B, influência na altura, área foliar e fitomassa da parte área, convergindo para a máxima produtividade da cultura do girassol (FEITOSA et al., 2013).

A cultura do girassol apresenta alto potencial à aplicação de boro, obtendo produtividades mais elevadas com aplicação de doses superiores a 1 kg ha⁻¹ de boro (VIANA et al., 2012). No entanto, geralmente, os agricultores não utilizam fontes de boro nas adubações, ocasionando produtividades inferiores à média geral para cultura do girassol.

De acordo com CAPONE et al. (2016) a dose de 3 kg ha⁻¹ de boro proporciona, resultado satisfatório nas cultivares Aguará 4, Helio 863 e Br 122 em relação às características avaliadas (diâmetro da haste, altura de plantas, concentração de boro foliar, massa de mil grãos, diâmetro do capítulo e produtividade). Entretanto, utilizando esta dose, a cultivar Aguará 4 apresentou melhor aproveitamento para a produção de grãos. Respostas como estas, à aplicação de boro podem estar associadas também a época de semeadura. Outros fatores que são influenciados com a época de semeadura são altura de plantas, diâmetro de capítulo, massa de grãos de girassol a medida que retarda a semeadura da cultura ocorre redução destas características agrônômicas (CAPONNE et al., 2012).

LIMA et al. (2013) ao estudar a adubação com boro na cultura do girassol com cinco dosagens de boro (1; 2; 3; 4 e 5 kg ha⁻¹) via foliar, verificou-se que a dose de 4 kg ha⁻¹ de boro elevou ao máximo o potencial de produção de grãos, a massa média de grãos, o potencial de produção de óleo e a produtividade. Sendo assim com o aumento das doses de B aplicadas, as plantas de girassol apresentaram ganhos em relação ao diâmetro do caule, número de folhas e massa de capítulos (SILVA et al., 2013). E os teores médios de boro (0,22 mg dm⁻³) nas sementes é considerado médio e suficiente para o crescimento e desenvolvimento das mesmas (BONACIN et al., 2009). Sendo a aplicação de boro associada a adubação com zinco resulta em maior produção de sementes (RAMULO et al., 2011).

As respostas a adubação boratada pela cultura do girassol podem encontrar-se associadas ao nitrogênio, uma vez que a combinação entre a adubação boratada, com maior disponibilidade de nitrogênio é essencial para a produção de óleo por alguns híbridos, e quanto a produção de grãos a alguns híbridos que podem apresentar melhores respostas a adubação boratada quando submetidos a menor disponibilidade de nitrogênio, uma vez que este nutriente influencia na absorção iônica de outros nutrientes (ALVES et al., 2017). O crescimento e desenvolvimento das culturas são condicionados por fatores genéticos e ambientais como o suprimento nutricional e suas interações (OLIVEIRA et al., 2010).

A aplicação prévia de boro, independentemente da fonte, promove o desenvolvimento das culturas (SILVA et al., 2011). Assim, estudos mostram que as doses de B aplicadas somente no sulco de semeadura, independentemente do B foliar, proporcionaram maiores produções totais de fitomassa da parte aérea vegetal, influenciando positivamente na massa total de grãos por capítulo (FOLONI et al., 2010).

Quanto a absorção de micronutrientes em cada estágio fenológico da cultura do girassol a captação de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) ocorre mais rapidamente no período a partir de 42 dias após emergência (DAE). Independentemente da fase de crescimento, os micronutrientes são absorvidos em quantidades relativamente elevadas pela cultura de girassol (ZOBOLI et al., 2011). Porém a aplicação de B na sementeira pode aumentar a viabilidade do pólen e o percentual do número de sementes de girassol (KRUDNAK, 2013). As plantas de girassol possuem acréscimo nos valores de altura até os 70 dias após o plantio (DAP) devido ao fato deste período corresponder ao desenvolvimento, floração e início da maturação. Entre os 70 e 87 dias, correspondente ao período de amadurecimento e início de senescência, ocorre decréscimo em altura. A planta perde as folhas, reduzindo assim a produção de fotossintéticos e acontece um processo de desidratação da parte aérea, refletindo em ligeira redução em altura (LIMA et al., 2013). Se tratando de adubação, a sensibilidade do girassol em relação ao boro ainda necessita de estudos quantitativos e qualitativos com intuito de evitar a deficiência e a toxicidade, beneficiando o desenvolvimento da cultura com alto potencial genético (JÚNIOR et al., 2011).

3 OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de doses de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do girassol.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no período da safrinha do ano de 2017 e 2018 conforme zoneamento agrícola na área experimental da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, localizada no município de Ipameri-GO, cujas coordenadas geográficas da safra 2017 (17°42'40" S; 48° 08'13" W) e na safra 2018 (17°43'04" S; 48° 07'55" W), com altitude média de 759 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger (CARDOSO et al., 2014), é definindo como clima tropical (Aw) constando estação seca no inverno.

O solo da área experimental foi descrito como LATOSSOLO VERMELHO Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2013). As características químicas e físicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento e apresentaram os seguintes valores dos atributos químicos, na camada 0,0-0,20 para a safrinha do ano de 2017: 9,3 mg dm⁻³ de P (Melich); 17,1g dm⁻³ de M.O.; 6,20 de pH (CaCl₂); 0,26 K; 2,40 Ca; 0,90 Mg e 1,70 H+Al cmol^c dm⁻³, respectivamente, 67,7% de saturação por bases e o teor de B foi de 0,20 mg dm⁻³, sendo considerado baixo no solo. A análise granulométrica do solo foi de 475, 75 e 450 g de argila, silte e areia, respectivamente. Já para a safrinha do ano de 2018 os atributos químicos, na camada 0,0-0,20 foram: 8,1 mg dm⁻³ de P (Melich); 21,0 g dm⁻³ de M.O.; 6,3 de pH (CaCl₂); 0,13 K; 3,4 Ca; 0,8 Mg e 1,4 H+Al cmol^c dm⁻³, respectivamente, 75,9 % de saturação por bases e o teor de B foi de 0,23 mg dm⁻³, sendo considerado baixo no solo. A análise granulométrica do solo foi de 320, 80 e 600 g de argila, silte e areia, respectivamente.

4.2 Cultivar utilizada

A cultivar utilizada foi a Aguará 4, desenvolvida pela empresa Atlântica Sementes, um híbrido simples de ciclo precoce, com altura entre 1,5 a 1,8 metros. A cultivar possui boa tolerância as principais doenças que atacam a cultura do girassol. Alta produtividade com elevado teor de óleo e resistência ao acamamento (ATLÂNTICA SEMENTES, 2017).

4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2 x 5 x 6, com quatro repetições. Sendo duas safrinhas (ano 2017 e 2018), cinco estádios fenológicos de aplicação do boro: estádio V0 (após a semeadura); estádio V6 (6 folhas com no mínimo 4 centímetros); estádio V18 (18 folhas com no mínimo 4 centímetros);

estádio R1 (inflorescência circundada pela bráctea imatura visível e apresenta pontas, parecida com uma estrela) e estágio R3 (o internódio imediatamente abaixo do botão reprodutivo continua a se alongar, a uma distância maior que 2,0 cm acima da última folha inserida no caule) e seis doses de boro (0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg ha⁻¹), aplicadas via solo em filete manualmente utilizando como fonte de boro o ácido bórico (17%), distribuídos uniformemente por todo o comprimento da linha de plantio.

Cada parcela foi constituída de cinco linhas de cinco metros de comprimento, e espaçamento de 0,45 metros entre si, perfazendo uma área total de 11,25 m², com população média de 45.000 plantas por hectare. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, desprezando-se 0,5 metros em ambas as extremidades de cada linha.

4.4 Condução do experimento

O sistema de plantio utilizado foi o sistema de plantio direto, sobre palhada de soja (*Glycine max* L.). Antes da semeadura foram realizadas aplicações de dessecação com os produtos químicos 2,4DA e Glifosato (ZAPP), nas dosagens de 0,3L/ha e 2,0L/ha respectivamente. Foi realizado aplicações pré-emergente com herbicida Dual Gold na dosagem de 1L/ha e um Fungicida Biológico o Trichodermil SC na dosagem de 0,3 L/ha. Para realização da semeadura foi utilizado semeadoras-adubadora tratorizadas com sete linhas. A semeadura na safrinha de 2017 foi realizada no dia 25/02/2017 e na safrinha de 2018 a semeadura foi realizada no dia 14/03/2018.

Foram realizadas adubações de semeadura e cobertura de acordo com a análises de solo e segundo as recomendações para a cultura do girassol para as duas safrinhas. Na safrinha de 2017, as adubações consistiram na aplicação de 200 kg ha⁻¹ de 08-20-20 (N-P₂O₅-K₂O) e 90 kg ha⁻¹ de ureia. E na safrinha de 2018, as adubações consistiram na aplicação de 200 kg ha⁻¹ de 08-20-15 (N-P₂O₅-K₂O) e 100 kg ha⁻¹ de ureia, realizadas de forma mecanizada.

A aplicação de boro foi realizada de forma manual, sendo aplicado em filete ao longo de toda a extensão da linha de plantio e de acordo com os estádios fenológicos descritos por POELKING et al. (2018) para as cultivares de girassol. Os demais tratos culturais necessários durante a condução do experimento nas duas safras foram aplicados de forma mecanizada, utilizando pulverizador tratorizado. A colheita para a safrinha de 2017 foi realizada no dia

Durante as safrinhas de 2017 e 2018, foram coletadas diariamente dados de temperatura máxima e mínima em Graus Celsius (°C) e a precipitação em milímetros (mm) (Figura 1).

4.5 Variáveis analisadas

Após o estabelecimento e desenvolvimento da cultura foram realizadas as seguintes avaliações: índice relativo de clorofila, concentração de boro foliar, os componentes de produção e produtividade.

4.5.1. Índice Relativo de Clorofila (IRC em Spad): realizou-se a leitura indireta do teor de clorofila das folhas de girassol, utilizando-se o índice SPAD, obtido com clorofilômetro portátil clorofiLOG CFL1030. As folhas analisadas foram coletadas do terço médio da planta, sendo amostradas ao acaso cinco plantas por parcela, obtendo-se a média por parcela.

4.5.2. Concentração de boro foliar (CBF, em ppm): foram coletadas cinco folhas de cada parcela, sendo a 4ª folha do ápice para base com pecíolo de cada planta no início do florescimento (R5) (RIBEIRO et al., 1999). A determinação da concentração de boro foliar foi realizada, seguindo-se os métodos descritos por MALAVOLTA et al. (1997).

Para os componentes da produção, foram amostradas cinco plantas da área útil de cada parcela, por ocasião da colheita, e levadas para o laboratório para determinação das seguintes variáveis:

4.5.3. Altura de planta (ALT, em m): a altura de plantas medida em metros da base até a inserção do capítulo, de forma individual e aleatória, resultando assim na altura média de plantas por parcela.

4.5.4. Diâmetro do caule (DIC em mm): medida do caule a 5 cm da superfície do solo com auxílio de um paquímetro digital.

4.5.5. Diâmetro do capítulo (DCP, em cm): média dos diâmetros dos capítulos com os grãos de cada parcela útil, obtido com o auxílio de uma trena métrica.

4.5.6. Massa do capítulo (MCP, em g): média da massa fresca de cada capítulo da parcela útil, obtido com o auxílio de uma balança digital.

4.5.7. Número de grãos por capítulos (NAC): obtido através da contagem dos grãos de cada capítulo das plantas da área útil.

4.5.8. Massa de mil grãos (M1000, em g): obtida pela pesagem direta de mil grãos com auxílio de balança de alta precisão.

4.5.9. Produtividade de grãos (PROD, em kg ha⁻¹): determinada por meio da colheita e trilha da parcela útil, constituída das três linhas centrais. Para calcular a produtividade após a trilha, o teor de água dos grãos foi ajustado para 11%, efetuando também os descontos das impurezas, sendo o resultado expresso em kg ha⁻¹.

4.6 Procedimentos estatísticos

Os dados da concentração de boro foliar e produtividade foram submetidos a análise de variância avaliados separadamente para cada ano e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os estádios fenológicos e, para as doses de B foram realizadas análise de regressão. Para as demais variáveis analisadas os dados foram submetidos a análise de variância conjunta, conforme BANZATTO; KRONKA, (2013) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para ano de cultivo e épocas de aplicação e, para as doses de B foram realizadas análise de regressão. As análises estatísticas foram processadas utilizando o software R, versão 3.1.2 (R CORE TEAM, 2015).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Figura 1, a distribuição de chuvas no período de condução do experimento nas duas safrinhas se fez de forma desuniforme, com maior precipitação no mês de abril de 2017 (46,60 mm). Em 2018 a maior precipitação ocorreu no mês de março com 53,73 mm (Figura 1). A temperatura média diária foi de 23°C durante o período de experimento em 2017 e 2018 (Figura 1), Temperatura esta considerada boa para o desenvolvimento do girassol, sendo que a cultura se desenvolve bem entre as temperaturas de 23°C e 28°C (SUNFLOWER PRODUCTION GUIDELINE, 2010).

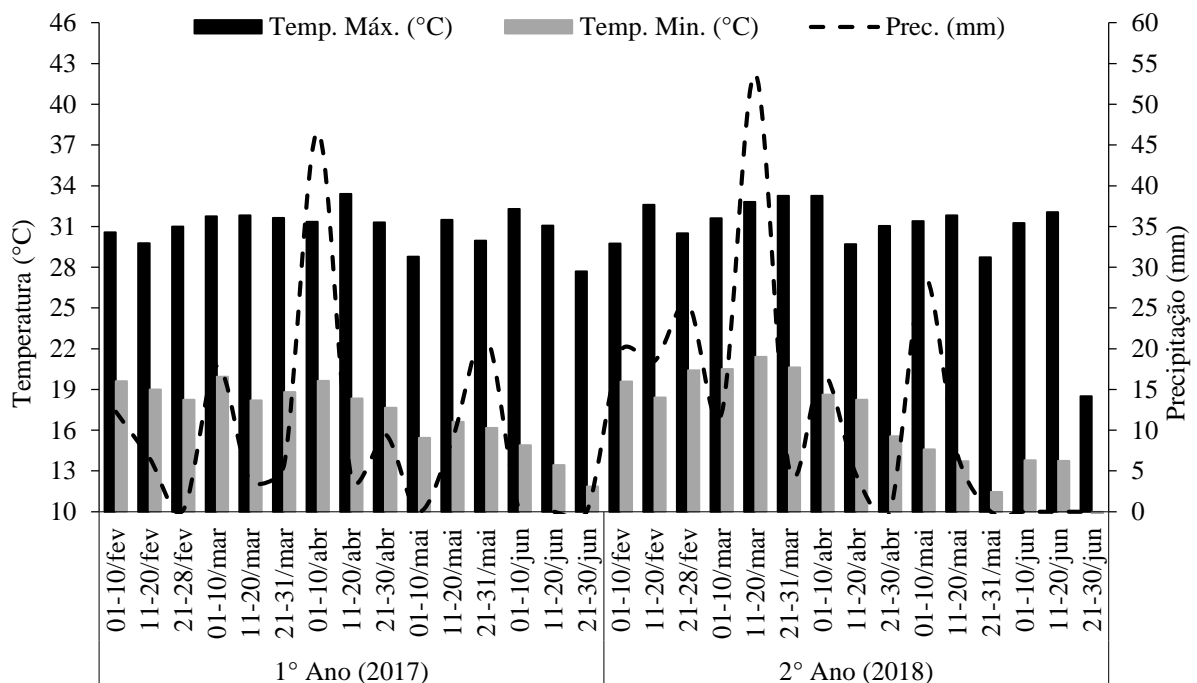


Figura 1. Valores de temperatura máxima, mínima e precipitação na Universidade Estadual de Goiás no período das safrinhas de 2017 e 2018. Ipameri-GO, 2018.

A análise de variância conjunta das safrinhas de 2017 e 2018 para as variáveis índice relativo de clorofila, altura da planta e diâmetro da haste, estão apresentadas na Tabela 1. Pode-se observar que para características como a altura de plantas foram significativos mais de um fator.

No resultado da análise de variância conjunta para a variável clorofila (Tabela 1), pode-se observar que houve diferença estatística significativa para o ano de cultivo, sendo que as plantas da safrinha cultivada no primeiro ano (2017) apresentaram maior índice relativo de

clorofila quando comparadas às plantas da safrinha cultivada no segundo ano (2018). Os índices relativos de clorofila encontrados foram 37,46 e 28,09 Spad, respectivamente (Tabela 1).

Para os estádios de aplicação o índice relativo de clorofila ficou entre 32,59 e 32,91 Spad, não havendo diferença estatística significativa entre as mesmas. Quanto as doses de boro, não houve diferença estatística e as mesmas não influenciaram na variável clorofila. Também não verificou interação significativa entre os fatores ano, estádios fenológicos e doses de boro (Tabela 1). Sendo assim o índice relativo de clorofila não foi influenciado pela adubação boratada em diferentes estádios de aplicação, entretanto DECHEN; NACHTIGALL (2007) ressaltam a importância do boro para o teor de clorofila das folhas uma vez que o elemento participa do metabolismo do nitrogênio e na atividade de hormônios, além de ser fundamental na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidratos.

Tabela 1. Valores médios da análise conjunta para índice relativo de clorofila (IRC), altura de planta (ALT) e diâmetro do caule (DIC) em plantas de girassol em função da aplicação de doses de boro nas safrinhas de 2017 e 2018. Ipameri-GO, 2017/2018.

	IRC	ALT	DIC
Ano (A)	Spad	m	mm
1ª ano (2017)	37,46a	1,865a	28,56a
2ª ano (2018)	28,09b	1,545b	23,30b
Valor F	2554,03**	665,29**	205,8**
Estádios (B)			
V0	32,59a	1,712a	26,33a
V6	32,84a	1,711a	26,04a
V18	32,91a	1,707a	25,96a
R1	32,78a	1,698a	25,83a
R3	32,75a	1,696a	25,50a
Valor F	0,34 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,53 ^{ns}
Doses kg ha⁻¹ (C)			
0	32,78	--- ⁽¹⁾	26,17
1	32,24	---	25,53
2	33,14	---	25,68
3	32,85	---	26,12
4	32,91	---	25,99
5	32,74	---	26,11
Valor F	1,73 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Interação A x C	---	7,58**	---
CV (%)	4,37	5,63	10,94

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **= Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; ⁽¹⁾= Regressão significativa para análise conjunta da interação entre ano de cultivo e doses de boro.

Já a altura das plantas apresentou efeito significativo para o ano de cultivo, observa-se que as plantas da safrinha do primeiro ano (2017) apresentaram maior altura quando comparadas as plantas cultivadas no segundo ano (2018) sendo de 1,86 e 1,54 m, respectivamente (Tabela 1).

Os estádios de aplicação não apresentaram influência significativa para a altura das plantas. No entanto a variável apresentou efeito significativo em relação à interação entre ano de cultivo e doses de boro (Tabela 1). Para a interação os dados se ajustaram a uma regressão linear decrescente para a safrinha no primeiro ano (2017), a altura das plantas ficou entre 1,82 e 1,94 m (Figura 2). Esses valores encontrados para o primeiro ano se assemelham aos resultados encontrados por FEITOSA et al. (2013) que observaram 1,90 metros para as plantas de girassol submetidas as doses de 6 e 90 kg ha⁻¹ de boro e potássio, respectivamente. E para o segundo ano de safrinha (2018), os dados se ajustaram a uma regressão quadrática (Figura 2). A partir da equação obtida verificou-se que o ponto de máximo foi de 3,38 kg ha⁻¹ de boro (Figura 2).

Esses resultados encontrados são próximos aos encontrados por CAPONE et al. (2016) que ao estudarem três cultivares de girassol, verificaram respostas crescentes para altura de plantas até a dose 3 kg ha⁻¹ de boro. A importância do micronutriente boro para a altura das plantas e os resultados significativos encontrados no presente trabalho podem ser justificados pela sua participação na produção e regulação do hormônio auxina na planta, o qual é responsável pelo alongamento e crescimento da planta (TAIZ e ZEIGER, 1991).

A altura das plantas pode apresentar variações em função do cultivar e das condições climáticas, e estas condições são influenciadas pela época de semeadura, temperaturas baixas que tendem a retardar o metabolismo e conseqüentemente a taxa de crescimento das plantas (MELLO et al., 2006). Os resultados encontrados no presente trabalho não sofreram esta influência negativa das temperaturas baixas, visto que a temperatura média durante a condução do experimento nos dois anos consecutivos foi de 23°C (Figura 1).

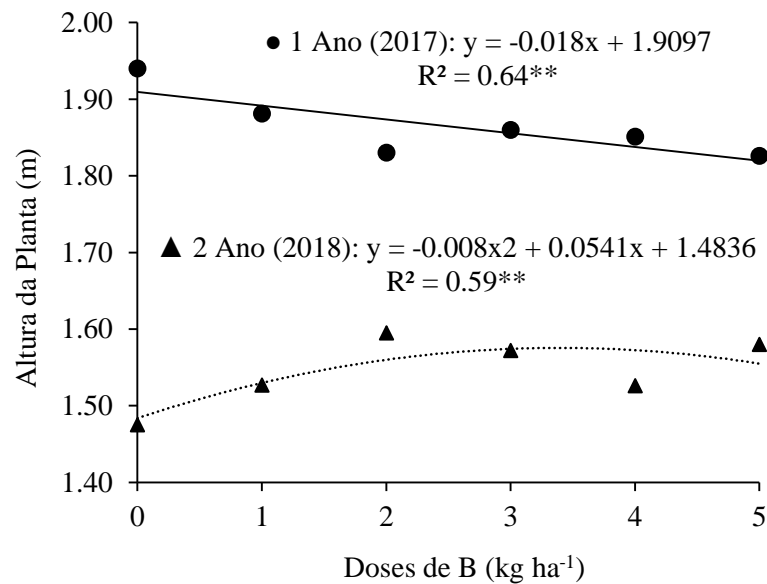


Figura 2. Altura de plantas em função da interação entre anos de plantio e doses de boro na cultura do girassol. Ipameri-GO, 2018. **= Significativo a 1% de probabilidade.

A variável diâmetro do caule apresentou diferença estatística significativa apenas sobre o fator ano de cultivo (Tabela 1). As plantas de girassol cultivadas no primeiro ano (2017) apresentaram melhor resultado (28,56 mm) em relação às plantas cultivadas no segundo ano (2018) que apresentaram resultados inferiores (23,30 mm) (Tabela 1). SILVA et al. (2013) ressaltam a importância da adubação com boro para o diâmetro do caule do girassol, verificando que com o aumento das doses de boro aplicadas, houve o aumento no diâmetro do caule das plantas. Conforme LEITE et al. (2005), o diâmetro do caule das plantas de girassol varia entre 10 e 80 mm, resultados dentro desse padrão foram verificados no presente estudo, apesar da ausência de efeito significativas para os estádios de aplicação e doses de boro aplicada.

O diâmetro do caule na cultura do girassol constitui-se uma característica importante, em razão de conferir, à cultura, menor vulnerabilidade ao acamamento e por favorecer a execução de práticas de manejo e tratos culturais. E em virtude da planta apresentar em sua fase reprodutiva inflorescência do tipo capítulo, com elevada massa, podendo provocar acamamento em plantas que apresentam caules com diâmetros reduzidos (BISCARO et al., 2008).

No diâmetro do capítulo, pode-se verificar que houve diferença significativa apenas para o fator ano de cultivo (Tabela 2), onde o primeiro ano (2017) apresentou menor diâmetro do capítulo (18,52 cm) quando comparado com o segundo ano (2018), o qual apresentou melhores resultados (23,31 cm) (Tabela 2). Para os demais fatores não houve diferença estatística significativa e não houve interação entre os fatores estudados. Apesar da ausência de diferenças

significativas para o diâmetro do capítulo em função das doses de boro, BONACIN et al. (2009) ressaltam que a falta de boro na cultura do girassol ocasiona redução no tamanho do capítulo, com redução nos conteúdos de açúcares, óleo e amido.

Segundo CASTRO e OLIVEIRA (2005), baixos teores de boro podem provocar redução no tamanho, deformação e até mesmo a queda dos capítulos. CAPONE et al. (2016) ao estudarem três cultivares de girassol, verificaram que a cultivar Aguará 4 apresentou resultados satisfatórios quando aplicados o boro no solo e que as cultivares apresentaram aumento em diâmetro do capítulo até aproximadamente a dose de 3 kg ha⁻¹ de boro. Resultados estes diferentes aos encontrados neste estudo. O diâmetro de capítulo na cultura de girassol é importante devido proporcionar a possibilidade de maior número de grãos e tamanho de grãos maiores (SOUZA et al., 2015).

A massa do capítulo não apresentou diferença estatística para os fatores estádios fenológicos e doses de boro, e não houve interação significativa para nenhum dos fatores avaliados (Tabela 2). Apenas o fator ano de cultivo apresentou diferença estatística significativa, sendo que o segundo ano (2018) apresentou melhores resultados (531,73g) para a massa do capítulo, sendo 57,8% maior quando comparado com o primeiro ano (2017), o qual apresentou resultados inferiores (336,79g) (Tabela 2). Conforme ressaltam ZOBIOLE et al. (2011) o boro é o elemento mais limitante à cultura do girassol, uma vez que sua deficiência pode gerar sintomas que resultam na perda da produção em decorrência da queda do capítulo.

O déficit hídrico e temperaturas elevadas, principalmente na fase de florescimento, prejudicam o acúmulo de matéria seca pelas plantas e a produtividade da cultura (BRAZ e ROSSETO, 2010). A menor massa dos capítulos das plantas cultivadas no primeiro ano (2017) (Tabela 2), podem ser em decorrência do menor volume de chuvas durante o período do experimento em 2017. A temperatura durante o período de condução do experimento nos anos de 2017 e 2018, se manteve dentro dos padrões considerados adequados para o desenvolvimento da cultura do girassol (Figura 1).

Tabela 2. Análise conjunta para diâmetro do capítulo (DCP), massa do capítulo (MCP), número de grãos por capítulo (NAC) e massa de 1000 grãos (M1000) em plantas de girassol em função da aplicação de doses de boro nas safrinhas de 2017 e 2018. Ipameri-GO, 2018.

	DCP	MCP	NAC	M1000
Ano	cm	g	un.	g
1 ^a ano (2017)	18,52b	336,79b	1133,31a	125,75a
2 ^a ano (2018)	23,31a	531,73a	746,61b	126,44a
Valor F	337,38**	179,96**	189,29**	0,17ns
Estádios				
V0	21,29a	457,63a	944,77a	127,67a
V6	21,09a	446,09a	975,56a	125,06a
V18	21,03a	438,47a	942,81a	125,70a
R1	20,63a	424,59a	914,97a	124,87a
R3	20,53a	404,53a	921,70a	127,16a
Valor F	1,22ns	1,59ns	0,57ns	0,46ns
Doses kg ha⁻¹				
0	20,66	394,18	965,75	--- ⁽¹⁾
1	21,03	435,09	912,32	---
2	20,11	417,24	953,82	---
3	21,35	448,47	948,82	---
4	21,05	451,96	914,89	---
5	21,28	458,64	944,17	---
Valor F	2,09ns	1,89ns	0,39ns	5,05**
CV (%)	9,66	25,92	23,16	10,13

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **= Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo; ⁽¹⁾= Regressão significativa para o efeito de doses de boro.

O número de grãos por capítulo apresentou diferença estatística significativa apenas para o fator ano de cultivo, as plantas cultivadas no primeiro ano (2017) apresentaram melhores resultados (1133,31 grãos), sendo 51,7% maior em relação as plantas cultivadas no segundo ano (2018) apresentaram resultados inferiores (746,61 grãos) (Tabela 2). Esses resultados diferem dos encontrados por LIMA et al. (2013) que verificaram efeitos benéficos das doses de boro no aumento da produção de grãos. E FOLONI et al. (2010), que observaram incremento no número total de grãos até a dose de 1 kg ha⁻¹ de boro aplicado via foliar. CASTRO et al. (2006) analisaram a produção de grãos em função das doses de boro e observaram que o teor de 0,27 mg dm⁻³ de B presente no solo, não foram suficientes para suprir as exigências nutricionais das plantas. Para a cultivar em estudo no presente trabalho, CAPONE et al. (2016) observaram que com a dose de 3 kg ha⁻¹ de boro, a cultivar apresentou melhor aproveitamento para a produção de grãos.

De acordo com AGUIRREZÁBAL et al. (2001), a produção de grãos depende da temperatura do ar, da precipitação pluvial e da radiação solar incidente durante o ciclo da cultura. MORIONDO et al. (2011), ressalta que o cultivo de uma planta em temperaturas superiores ou inferiores aquelas consideradas ideais para o seu desenvolvimento, poderão sofrer impactos negativos sobre a produção final. O que está intimamente ligado com a quantidade de grãos produzidos por capítulo, uma vez que estes determinam a produtividade da cultura. No presente trabalho a variação no número de grãos por capítulo, pode estar relacionada com a precipitação durante o ciclo da cultura que foi de 271,8 e 310,4 mm para as safrinhas de 2017 e 2018, respectivamente (Figura 1), precipitação esta considerada fora da faixa ideal para que a cultura do girassol, que conforme CASTRO et al. (1996) necessita de 400 a 700 mm de precipitação pluvial bem distribuídos durante o ciclo, para rendimento próximo do potencial produtivo do cultivar.

A massa de mil grãos não apresentou diferença estatística significativa para os fatores ano de cultivo e estádios fenológicos (Tabela 2). Entretanto apresentou significância para o fator doses, no qual os dados se ajustaram a uma regressão quadrática com ponto de máxima em 3,71 kg ha⁻¹ de boro (Figura 3). Os resultados diferem dos encontrados por LIMA et al. (2013), os quais não verificaram influência das doses de boro na massa de mil grãos.

Os resultados positivos encontrados no presente trabalho para a influência da aplicação de diferentes doses de boro na massa de mil grãos, estão associados a participação do boro na estabilidade da parede celular, no crescimento dos meristemas apicais, permeabilidade das membranas, características estas que influenciam no desempenho fotossintético e conseqüentemente refletem positivamente na viabilidade do grão de pólen, na formação e no enchimento de grãos de girassol (FERREIRA et al., 2012; KRUDNAK et al., 2013), contribuindo assim para o maior pegamento da florada.

Temperaturas altas acompanhada de estresse hídrico, durante a formação do botão floral até o final do florescimento, comprometem a polinização e fecundação, e conseqüentemente resultam em sementes chochas. Durante os estádios de desenvolvimento da cultura do girassol, a maior assimilação de nutrientes e acumulação e matéria seca ocorre no começo do florescimento e se estende até a maturação fisiológica dos grãos (ZOBIOLE et al., 2010). Fatores estes que comprometem o peso de mil grãos, entretanto no presente trabalho não foi verificada a ocorrência de ambos, sendo que a temperatura se manteve dentro da faixa considerada boa para a cultura, e as precipitações para ambas as safrinhas apesar de estarem abaixo do recomendado para a cultura do girassol, não caracterizaram déficit hídrico (Figura 1).

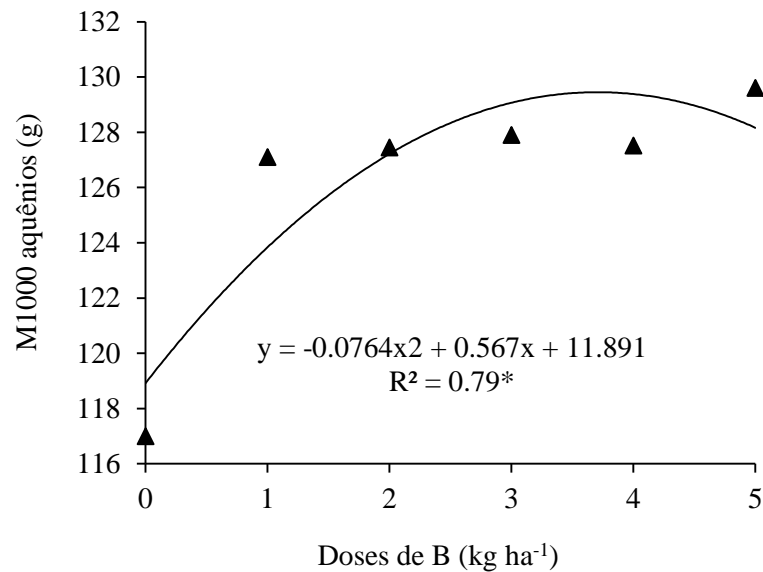


Figura 3. Massa de 1000 grãos em função das doses de boro na cultura do girassol. Ipameri-GO, 2017/2018. * = Significativo a 5% de probabilidade.

A concentração de boro foliar nas plantas cultivadas no primeiro ano (2017) e para as plantas cultivadas no segundo ano (2018), em ambas as safras não apresentaram resultados significativos para épocas de aplicação (Tabela 3). As doses de boro aplicada apresentou diferença estatística significativa para ambos os anos de cultivo, os dados foram ajustados a uma regressão quadrática para o primeiro ano (2017) e para o segundo ano (2018), com ponto de máxima em 3,55 kg ha⁻¹ de boro (Figura 4A) e 3,74 kg ha⁻¹ de boro (Figura 4B), respectivamente.

Estes resultados diferem dos encontrados por EUBA NETO et al. (2014) os quais verificaram que a adubação com boro não influenciou nos teores de boro, nas diferentes partes da planta de girassol cv. Hélio 863. MARCHETTI et al. (2001) observaram que o aumento nas doses de boro proporcionou um aumento nos teores desse nutriente, tanto nas folhas como na parte aérea. ALVES et al. (2017) encontraram teores máximo de boro de 151,38 e 126,14 mg kg⁻¹ ao aplicarem 2,49 kg ha⁻¹ de B associado a 50 kg ha⁻¹ de N para as cultivares de girassol BRS 321 e Neon.

A concentração de boro foliar encontrados neste trabalho estão acima da faixa considerada crítica para a cultura do girassol. Conforme ASAD et al. (2002), a concentração crítica de B para o girassol é de 25 mg kg⁻¹ de MS em folhas novas. O pH do solo nas safrinhas de 2017 e 2018 de 6,20 e 6,30 respectivamente, também podem estar associados a absorção do

boro aplicado, assim como os baixos teores de boro no solo antes da implantação do experimento.

Tabela 3. Valores do concentração de boro foliar(CBF) e produtividade (PROD) em plantas de girassol em função da aplicação de doses de boro nas safrinhas de 2017 e 2018. Ipameri-GO, 2018.

	1 ^a Ano (2017)		2 ^a Ano (2018)	
	CBF mg kg ⁻¹	PROD kg ha ⁻¹	CBF mg kg ⁻¹	PROD kg ha ⁻¹
Estádios				
V0	95,05a	3149a	33,89a	2126a
V6	92,10a	3175a	39,60a	2033a
V18	93,43a	3136a	37,76a	2138a
R1	93,47a	3005a	33,31a	2045a
R3	90,97a	2959a	33,01a	2042a
Doses (kg ha⁻¹)				
0	--- ⁽¹⁾	3075	--- ⁽¹⁾	2125
1	---	3254	---	2081
2	---	3103	---	2061
3	---	2956	---	2085
4	---	2965	---	2115
5	---	3155	---	2086
Valor de F				
Estádios (A)	0,19 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,60 ^{ns}
Doses de boro (B)	16,39**	0,63 ^{ns}	10,87**	0,13 ^{ns}
A x B	0,06 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,92 ^{ns}
CV (%)	18,47	20,76	26,71	13,68

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **= Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo; ⁽¹⁾= Regressão significativa para efeito de doses de boro.

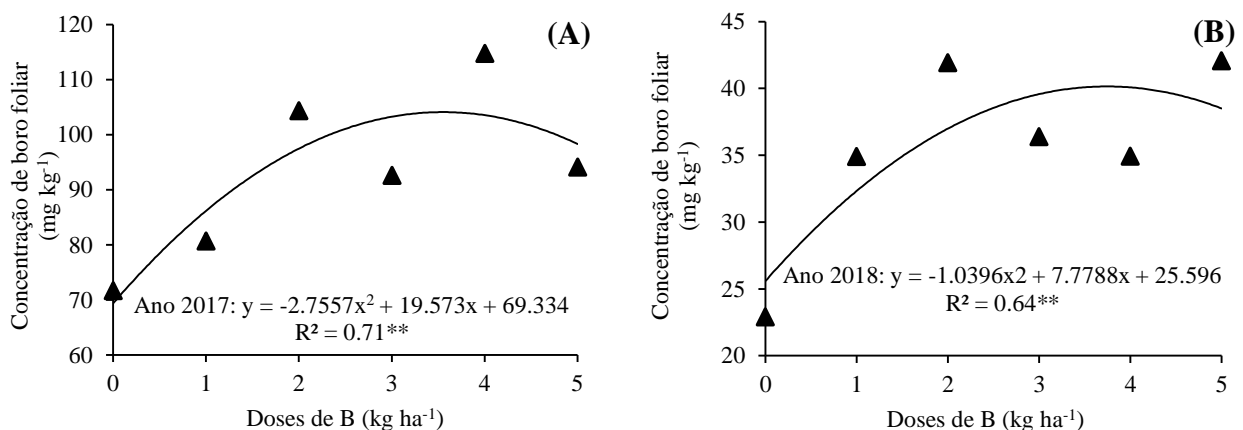


Figura 4. Concentração de boro foliar para safrinha de 2017 (A) e concentração de boro foliar para safrinha de 2018 (B) em função das doses de boro na cultura do girassol. Ipameri-GO, 2018. **= Significativo a 1% de probabilidade.

A produtividade da cultura do girassol não apresentou resultados significativos para nenhum dos fatores avaliados em ambos anos de cultivo (Tabela 3). Apesar de não haver diferença estatística significativa observa-se que no primeiro ano (2017) para os estádios de aplicação a produtividade máxima foi de 3175 kg ha⁻¹ e para doses de aplicação a produtividade máxima encontrada foi de 3153 kg ha⁻¹ e para o segundo ano (2018) a produtividade máxima encontrada para estádios fenológicos e doses de boro, foram de 2138 e 2125 kg ha⁻¹ respectivamente (Tabela 3).

BRITO NETO et al. (2011) destacam a resposta desse elemento, afirmando que às culturas têm proporcionado aumentos em suas produtividades em função do fornecimento de boro. BONACIN et al. (2009) verificaram que as doses de boro de 0 a 4 kg ha⁻¹ não influenciaram na produtividade da cultura, mantendo a média em 2559 kg ha⁻¹. FOLONI et al. (2010), destaca que em solos corrigidos cujos teores de B estiverem abaixo de 0,26 mg dm⁻³, o girassol apresenta alta responsividade à adubação de B.

A chuva na área experimental durante as safras de 2017 e 2018, foram entre 271,8 e 310,4 mm, respectivamente, durante todo o ciclo da cultura (Figura 1). Apesar do baixo volume de chuva total durante o ciclo da cultura, a maior produtividade no ano de 2017 pode estar associada às maiores precipitações concentradas nos meses de abril e maio, período no qual as plantas encontravam-se no desenvolvimento reprodutivo, quando a necessidade de água pelo girassol é maior. No segundo ano de cultivo (2018) ocorreu o inverso do ano de 2017, as chuvas se concentraram no mês março, no início do desenvolvimento das plantas, quando a necessidade de água pelo girassol é menor (Figura 1). E no período de maior demanda de água pela cultura (floração e enchimento dos grãos), o volume de chuva foi menor e de forma isolada, fator este que pode ter contribuído para a baixa produtividade da cultura na safra de 2018.

6 CONCLUSÕES

Os estádios fenológicos de aplicação do boro não influenciaram nos parâmetros avaliados na cultura do girassol.

A utilização de doses entre 3,38 e 3,74 kg ha⁻¹ de boro influenciaram nas características concentração de boro foliar, altura da planta e massa de mil grãos.

A maioria dos parâmetros avaliados e a produtividade da cultura foram influenciados pelo ano de cultivo, em virtude do período de distribuição das precipitações durante o ciclo da cultura, sendo a safrinha de 2017 apresentou melhores resultados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRREZÁBAL, L., ORIOLI, G., HERNANDEZ, L., PEREYRA, V., MIRAVÉ, J. La intercepción de la radiación lumínica. In: _____. **Girassol: aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento**. Buenos Aires: INTA, 2001. p.10- 15, 36-50, 73-83
- AL-AMERY, M. M.; HAMZA, J. H.; FULLER, M. P. Effect of boron foliar application on reproductive growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **International Journal of Agronomy**, v. 2011, p.1-5, 2011.
- ALVES, L. S.; STARK, E. M. L. M.; ZONTA, E.; FERNANDES, M. S.; SANTOS, A. M.; SOUZA, S. R. Different nitrogen and boron levels influence the grain production and oil content of a sunflower cultivar. **Acta Scientiarum**. v. 39, n. 1, p. 59-66, 2017.
- ASAD, A.; BLAMEY, F. P. C.; EDWARDS, D. G. Dry matter production and boron concentrations of vegetative and reproductive tissues of canola and sunflower plant grown in nutrient solution. **Plant soil**, v.243, p. 243-252, 2002.
- ATLÂNTICA SEMENTES. **Aguará 4**. 2014. Disponível em: <<http://www.atlanticasementes.com.br/produtos/girassol/aguara-4/>>. Acesso em 06 de mar. 2017.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2013. 237p.
- BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R., TOSTA, M. D. S., MENDONÇA, V., SORATTO, R. P., CARVALHO, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de cassilândia - MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 05, p. 1366 – 1373, 2008.
- BONACIN, G. A.; RODRIGUES, T. J. D.; CRUZ, M. C. P.; BANZATTO, D. A. Características morfofisiológicas de sementes e produção de girassol em função de boro no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, n. 2, p. 111-116, 2009.
- BRAZ, M. R. S.; ROSSETO, C. A. V. Acúmulo de nutrientes e rendimento de óleo em plantas de girassol influenciados pelo vigor dos grãos e pela densidade de semeadura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1193-1204, 2010.
- BRITO NETO, J. F.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTI, L. F.; ARAÚJO, R. C.; LACERDA, J. S. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro ‘sunrise solo’ em função de doses de nitrogênio e boro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.69-80, 2011.
- CAPONE, A.; DORIO, A. S.; MENEGON, M. Z.; FIDELIS, R. R.; BARROS, H. B. Efeito de épocas de semeadura de girassol na safrinha, em sucessão à soja no Cerrado Tocantinense. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 102–109, 2016.
- CAPONE, A.; SANTOS, E. R.; FERRAZ, E. C.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, J. L.; BARROS, H. B. Desempenho agrônomo de cultivares de girassol no sul do Estado Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 3, n. 3, p. 13-23, 2012.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014.
- CASTIGLIORI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de Desenvolvimento da Planta de Girassol**. Londrina: Embrapa, p. 24. 1997.

CASTRO, C. D.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F.; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 214-220, 2006.

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 317-373.

CASTRO, C.D.E.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.D.E.C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J.R.B. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1996. 38p. (Circular técnica 13).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília, V. 5, n.12, p. 1-160. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/1317_3b92fdb4c81421e032d3de69c6243135>. Acesso em 20 de dez. 2018.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa-MG: SBCS/UFV, 2007. p. 92-132.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. F. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p. 327-354.

EUBA, NETO, M., DA SILVA FRAGA, V., DE OLIVEIRA DIAS, B., & SOUTO, J. S. Efeito de doses de boro no crescimento vegetativo de girassol em diferentes classes de solos. **Revista Ceres**, v. 61, n.3, p. 399-405, 2014.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. Micronutrients in Crop Production. **Advances in Agronomy**. v. 77, p. 185–268, 2002.

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

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras, ESAL/FAEPE, 1994, 227p.

FEITOSA, H. O.; FARIAS, G. C.; JUNIOR, R. J. C. S.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L.; LACERDA, C. F. Influência da adubação borácica e potássica no desempenho do girassol. **Comunicata Scientiae**. v. 4, n. 3, p. 302-307, 2013.

FERREIRA, M. M. M.; Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 74-83, 2012.

FOLONI, J. S. S.; GARCIA, R. A.; CARDOSO, C. L.; TEIXEIRA, J. P.; GRASSI FILHO, H. Desenvolvimento de grãos e produção de fitomassa do girassol em função de adubações boratadas. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 273-280, 2010.

HOCKING, J.P.; STEER, B.T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus L.*) during growth. **Field Crops Research**, v.6, p. 93-107, 1983.

HU, H.; BROWN, P. H. Absortion of boron by plant roots. **Plant and Soil**, v.193, n.1/2, p.49-58, 1997.

JUNIOR, J. A. S.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Doses de boro e água residuária na produção do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 857-864, 2011.

- KAPPES, C.; GOLO, A.L.; CARVALHO, M.A.C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agrônômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agrária**, v.9, n.3, p.291-297, 2008.
- KRUDNAK, A.; WONPRASAID, S.; MACHIKOWA, T. Boron affects pollen viability and seed set in sunflowers. **African Journal of Agricultural Research**. v. 8, n. 2, p. 162-166, 2013.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.
- LEITE, V. M. Adubação. In: PIMENTEL, L.; BORÉM, A. **Girassol do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2018. cap.5, p. 95-124.
- LIMA, A. D.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; DUARTE, J. M. L. Adubação borácica na cultura do girassol. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 7, n. 3, p. 269–276, 2013.
- LIRA, M. A.; CARVALHO, H. W. L.; CHAGAS, M. C. M.; DANTAS, J. A.; LIMA, J. M. P. **Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino**. EMPARN: (Documentos, 40), Natal, p. 40, 2011.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações. Piracicaba, **POTAFOS**, 319p, 1997.
- MARCHETTI, M. E.; MOTOMYA, W. R.; FABRICIO, A. C.; NOVELINO, J. O. Resposta do girassol, *Helianthus annuus*, a fontes e níveis de boro. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1107-1110, 2001.
- MARTINS, T. N.; PAVINATO, P. S.; MENEZES, L. F. G.; SANTI, A. L.; BERTONCELLI, P.; ORTIZ, S.; LUDWIG, L. Utilização de cálcio e boro na produção de grãos e silagem de girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2699–2710, 2014.
- MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; BEHLING, M. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1281-1290, 2009.
- MONTEIRO, D. R.; SILVA, T. T. S.; SILVA, L. V. B. D.; LIMA, V. L. A.; SANTOS, C. L. M. S.; PEARSON, H. W. Efeito da aplicação de efluente doméstico tratado nos teores de micronutrientes no solo. **Irriga**, v. 1, n.1, p. 40-46, 2014.
- MORIONDO, M.; GIANNAKOPOULOS, M.; BINDI, M. Climate change impact assessment: the role of climate extremes in crop yield simulation. **Climatic Change**, v. 104, p. 678 – 701, 2011.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, E. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 479-484, 2010.
- OYINLOLA, E. Y. Effect of Boron Fertilizer on Yield and Oil Content of Three Sunflower Cultivars in the Nigerian Savanna. **Journal of Agronomy**, v. 6, n. 3, p.421-426, 2007.
- POELKING, V. G. C.; SANTOS, J. M. S.; PEIXOTO, C. P. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In: PIMENTEL, L.; BORÉM, A. **Girassol do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2018. cap.3, p. 50-78.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2015.

- RAMULO; MUTRHY, N. K.; JAYADEVA, H.M.; VENKATESHA, M. M.; KUMAR, H. S. R. Seed Yield And Nutrients Uptake Of Sunflower (*Helianthus Annuus L.*) As Influenced By Different Levels Of Nutrients Under Irrigated Condition Of Eastern Dry Zone Of Karnataka, India. **Plant Archives**. v.11, n. 2, p. 1061-1066, 2011.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. V. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, p. 359, 1999.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- SANTOS, L. G.; SOUZA, U. O.; PRIMO, D. C.; SILVA, P. C. C.; SANTOS, A. R. Fósforo e boro na produção de grãos e óleo no girassol. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. v.6, n.11, p.1-8, 2010.
- SILVA, C. A. T.; CAGOL, A.; SILVA, T. R. B.; NÓBREGA, L. H. P. Boron application before sowing of sunflower hybrids. **Journal of Food, Agriculture e Environment**. v. 9, n. 3-4, p. 580-583, 2011.
- SILVA, D. D.; MESQUITA, G. M.; SOUZA, L. C.; CORREA, T. C. Boro Aplicado Simultaneamente A Dessecação No Cultivo Do Girassol. **Global Science and Technology**, v. 6, n. 3, p.57-66, 2013.
- 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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n. 5, p.482-488, 2007.
- SOUZA, F. R.; SILVA, I. M.; PELLIN, D. M. P.; BERGAMIN, A. C.; SILVA, R. P. Características agronômicas do cultivo de girassol consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 110-116, 2015.
- SUNFLOWER PRODUCTION GUIDELINE. Department of Agriculture, Florestry and Fisheries. Republico f South Africa, 2010. p.28.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Mineral nutrition. In: TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Plant physiology**. Califórnia: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. cap.5, p.100-119.
- VIANA. V. A.; LIMA, A. D.; MARINHO, A. B.; DUARTE, J. M. L.; AZEVEDO, B. M.; COSTA, S. C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do Girassol, sob condições semiáridas. **Irriga Brazilian Journal Of Irrigation And Drainage**, v. 17, n. 2, p. 126-136, 2012.
- ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C. DE; OLIVEIRA, F. A. DE; OLIVEIRA JÚNIOR, A. DE; MOREIRA, A. Curva de crescimento, estado nutricional, teor de óleo e produtividade do girassol híbrido BRS 191 cultivado no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.14, p.55-62, 2010.
- ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLLIVEIRA, F. A.; JUNIOR, A. O.; MOREIRA, A. Sunflower Micronutrient Uptake Curves. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 2, p.346-353, 2011.
- GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. In: DELL, B.; BROWN, P.H.; BELL, R.W. **Boron in soils and plants: Reviews**. Dordrecht: Kluwer Academic, p.35-48, 1997.