

# Revista Agrária Acadêmica

*[Agrarian Academic Journal](#)*

Volume 2 – Número 4 – Jul/Ago (2019)



doi: 10.32406/v2n42019/52-62/agrariacad

## **Disponibilidade de boro e características do girassol influenciadas pela adubação boratada.**

Doses of boron in sunflower growing development.

Douglas Rafael Pedrini Marcondes<sup>1</sup>, Suzana Pereira de Melo<sup>2</sup>, Larissa Venucia Freitag Varjão Alves<sup>3\*</sup>, Milton Ferreira de Moraes<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso/Campus Universitário de Tangará da Serra/MT – E-mail: [drmarcondestga@gmail.com](mailto:drmarcondestga@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Universidade Federal de Mato Grosso/Campus Araguaia/Barra do Garças/MT – E-mail: [spmelo@gmail.com](mailto:spmelo@gmail.com)

<sup>3\*</sup> Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical/Faculdade de Agronomia e Zootecnia/Universidade Federal de Mato Grosso – Av. Valdon Varjão, 6390, UFMT, CEP 78.600-000, Barra do Garças – MT – E-mail: [larifreitag@gmail.com](mailto:larifreitag@gmail.com)

<sup>4</sup> Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Universidade Federal de Mato Grosso/Campus Araguaia/Barra do Garças/MT – E-mail: [moraesmf@yahoo.com.br](mailto:moraesmf@yahoo.com.br)

### **Resumo**

Objetivou-se verificar a influência de doses de boro (B) sobre a disponibilidade de boro no solo e características do girassol em Tangará da Serra – MT. O delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, seis doses de B (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de B), utilizando-se o ácido bórico. Avaliaram-se teor de B no solo, concentração foliar de B, diâmetro de caule, altura de plantas, diâmetro de capítulo, massa de 1.000 aquênios, massa seca da parte aérea e produtividade. Todas as características foram influenciadas. A dose de 4 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou toxicidade às plantas com efeitos negativos em diâmetro de caule e massa seca da parte aérea.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L., ácido bórico, produtividade, concentração de nutrientes

### **Abstract**

The objective of this study was to verify the influence of boron (B) doses on soil boron availability and sunflower characteristics in Tangará da Serra - MT. A randomized block design with four replicates, six doses of B (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 and 4,0 kg ha<sup>-1</sup> of B) was used, using boric acid. B content in soil, leaf B concentration, stem diameter, plant height, leaf diameter, mass of 1,000 achenes, shoot dry mass and yield were evaluated. All characteristics were influenced. The dose of 4 kg ha<sup>-1</sup> provided toxicity to plants with negative effects on shoot diameter and shoot dry mass.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L., boric acid, yield, nutrient concentration

## Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa que apresenta características agronômicas importantes, maior resistência à seca, ao frio e a pragas do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo. A grande importância da cultura do girassol no mundo deve-se à excelente qualidade do óleo comestível que se extrai de sua semente e recentemente, utilizado também para biocombustível (PINA FILHO, 2019).

Apesar da ampla adaptação às condições climáticas, ela se desenvolve mais adequadamente em solo fértil e é uma cultura sensível à deficiência de boro, sendo umas das plantas utilizadas como indicadora de deficiência deste nutriente no solo (UNGARO, 1990).

O girassol é uma planta muito responsiva à aplicação de boro, podendo atingir produtividades mais elevadas a partir da aplicação de doses superiores a 1 kg ha<sup>-1</sup> de boro (VIANA et al., 2012; SILVA et al., 2012). Os solos de regiões de Cerrado são muito pobres nesse elemento, sendo encontrado naturalmente somente em solos com grande disponibilidade de matéria orgânica.

Segundo Evans & Sparks (1983, p. 834) a disponibilidade de B no solo é aumentada com a elevação do pH de 4,7 para 6,7 e, em condições próximas à neutralidade, a disponibilidade de B às plantas é máxima, sendo reduzida em solos alcalinos.

O ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) é uma das fontes minerais de B mais utilizadas, formado por cristais com concentração de B em torno de 17 – 18% (BYERS et al. 2001, p. 718), sendo facilmente lixiviado devido à alta solubilidade em água, e cuja aplicação pode ser feita diretamente na semeadura.

O boro (B) é um nutriente encontrado em baixas concentrações na planta, contudo é essencial para o desenvolvimento da planta, e sua ausência tem causado problemas nutricionais na cultura do girassol (SANTOS et al. 2010). Os aspectos funcionais do B estão estreitamente ligados à formação da estrutura primária da parede celular e ao funcionamento da membrana celular (MORAES et al. 2002, p. 1432) e sua deficiência resulta em rápida inibição no crescimento das plantas, condição que pode ser observada a campo, pelo tombamento de plantas, pela redução dos teores de celulose, pectina e lignina.

Outro problema observado é a má alongação das raízes devido à divisão celular, as quais se tornam grossas e com pontas necróticas (MARSCHNER, 1995, p. 423), assim prejudicando a exploração do solo pelo sistema radicular, tornando-as mais suscetíveis a estresse hídrico e reduzindo drasticamente a absorção de nutrientes. O B por apresentar baixa mobilidade na planta, os sintomas de deficiência se manifestam nos tecidos mais jovens (ADRIANO, 1986, p. 73).

Segundo Martinez (1995, p. 749) o primeiro sintoma de deficiência de B na planta de girassol é detectada com a morte do ápice dos brotos e das raízes; pelo requerimento na síntese de DNA, as plantas adquirem a formação típica de roseta, com as folhas enrugadas e deformadas e flores mal formadas. E de acordo com Malavolta et al. (1997, p. 84) os órgãos de armazenamento caem pela necrose interna e, em alguns casos, ocorre a formação de sementes anormais. O capítulo, frequentemente, apresenta-se deformado e fileiras de lígulas ou brácteas podem crescer no meio do capítulo, ocasionando diminuição na produção de sementes.

Segundo CASTRO et al. (1996, p. 19) é recomendado aplicação de 1 a 2 kg ha<sup>-1</sup> de B; principalmente em áreas onde foi detectada a deficiência no solo, devendo-se respeitar o limite da adubação boratada para evitar a toxidez.

Através deste trabalho objetivou-se verificar a influência de doses de B aplicadas na semeadura, observando o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do girassol cultivado na safrinha em solo de Cerrado.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido durante o período de fevereiro a junho de 2009 no campo Experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus de Tangará da Serra - MT, cujas coordenadas geográficas são 14°37'10" S e 57°29'09" W, com altitude média de 320 metros. O clima da região é o tropical úmido (Aw), com temperaturas elevadas, chuva no verão e seca no inverno. O solo é do tipo Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa. Os valores médios anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são: 24,4° C, 1.500 mm e 70 – 80%, respectivamente (INMET, 2009).

A composição química do solo, antes do cultivo, na profundidade de 0-20 cm segundo análise de solo, retirada em 22 de agosto de 2008, era: pH(CaCl<sub>2</sub>) = 4,7; Ca = 0,9 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,5 cmolc dm<sup>-3</sup>; P Mehlich-1 = 0,4 mg dm<sup>-3</sup>; K = 31,3 mg dm<sup>-3</sup>; T = 6,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; Cu = 3,2 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 0,42 mg dm<sup>-3</sup>; B = 0,37 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 82,3 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 53,6 mg dm<sup>-3</sup>; Matéria orgânica = 40,3 g kg<sup>-1</sup>. A análise granulométrica apresentou 580 g kg<sup>-1</sup> de argila, 260 g kg<sup>-1</sup> de areia, e 160 g kg<sup>-1</sup> de silte. Passados quatro meses retirou-se mais duas amostras de solo com intuito de verificar as alterações nos teores de matéria orgânica, nas datas de 15 de dezembro de 2008 e 5 de fevereiro de 2009, as quais apontaram valores de 30,9 g kg<sup>-1</sup> e 28,7 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, com seis doses de B (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 4,0 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro repetições. Cada parcela tinha área total de 15,75 m<sup>2</sup> (4,5 m x 3,5 m), com cinco linhas de 3,5 m de comprimento espaçadas de 0,9 m entre linhas, sendo a área útil considerada como as três linhas centrais com o descarte de 0,5 m de cada extremidade totalizando 6,75 m<sup>2</sup>. A fonte utilizada foi o ácido bórico (18% de B), o qual foi dissolvido em água e pulverizado sobre o linha de plantio logo após a semeadura, 200 mL da solução por metro linear. Este trato cultural pode ser utilizado juntamente com a dessecação de plantas daninhas para semeadura. Segundo Brighenti et al. (2006, p. 803) a adição de ácido bórico na calda de pulverização não prejudica a eficiência dos herbicidas utilizados, exceto na mistura paraquat + diuron, porém neste trabalho não foi feito o uso de herbicidas dessecantes.

Após a calagem em outubro de 2008, fez-se o preparo convencional do solo, através de duas gradagens. Três meses após a calagem foi realizada adubação corretiva com 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando superfosfato simples e cloreto de potássio como fontes.

A semeadura foi realizada dia 18 de fevereiro de 2009 e o híbrido utilizado foi o Aguará 4 numa população de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação utilizada na semeadura foi de 10kg ha<sup>-1</sup> de N, 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio como fontes. As sementes foram submetidas a tratamento químico com inseticidas Imidacloprido + Tiodicarbe e fungicidas Carbendazim + Tiram. Aos 30 dias da cultura foi realizada a adubação de cobertura correspondente a 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando a uréia como fonte.

Em cinco plantas por parcela, escolhidas ao acaso, foram feitas as seguintes avaliações: teor de B no solo, análise feita no mesmo período da retirada das amostras foliares (foram retiradas quatro amostras simples por parcela nas entrelinhas formando uma amostra composta), concentração foliar de B, amostragem foliar foi feita conforme Malavolta et al. (1997, p. 84) onde coletou-se a primeira folha completamente aberta, a contar do ápice (geralmente quarta ou quinta folha), no início de

florescimento (estádio R5), diâmetro de caule (na época da colheita, utilizando paquímetro digital, mediu-se o terço inferior do caule), altura de plantas (medição feita no momento da colheita utilizando fita métrica, considerou desde a superfície do solo até o ponto mais alto do capítulo).

Foi também avaliado o diâmetro de capítulo (medida feita no momento da colheita, com auxílio de fita métrica flexível), massa de 1.000 aquênios (determinada após a colheita e beneficiamento manual dos capítulos, pela pesagem de uma amostra aleatória de 1.000 sementes), massa seca da parte aérea (as plantas foram cortadas rente ao solo e foram colocadas em estufa a 70°C até peso constante), produtividade (determinada pela pesagem dos grãos provenientes da área útil de cada parcela e transformação dos dados de  $g\ planta^{-1}$  para  $kg\ ha^{-1}$  considerando população de 50.000 plantas  $ha^{-1}$ ).

O acompanhamento meteorológico do experimento foi feito pelos dados obtidos pela estação meteorológica do INMET, localizada em Tangará da Serra – MT (INMET, 2009). Observando a Figura 1, no período de condução do experimento, as temperaturas mínimas e máximas variaram de 19,4 °C a 33,9 °C e a precipitação pluviométrica variou de 49 mm a 271 mm mensais, totalizando 620 mm durante todo o ciclo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F com 5% de significância e posterior regressão polinomial com ajuste das equações, adotando-se como critério para escolha do modelo. Os resultados foram calculados através do programa estatístico SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2003).

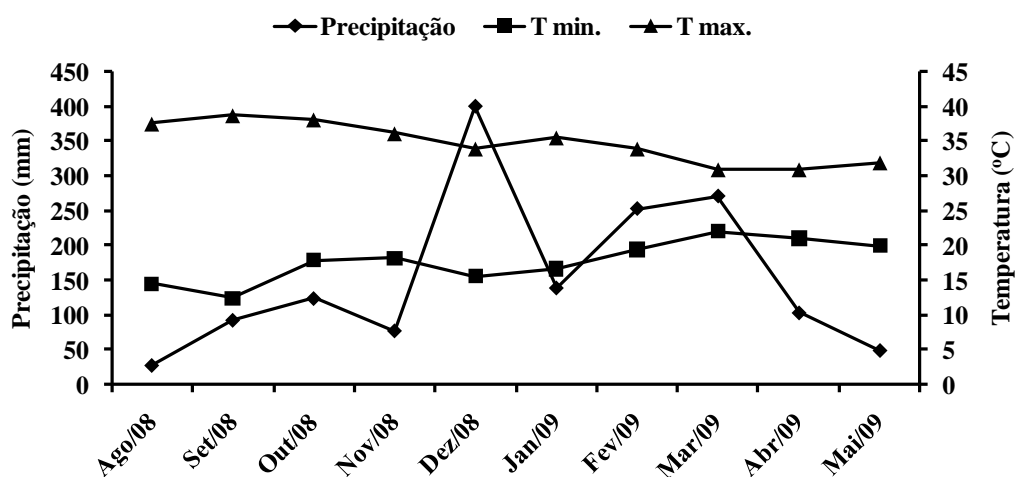


Figura 1. Médias mensais de temperatura mínima, máxima, e precipitação pluviométrica nos meses antecedentes e durante a condução do experimento.

## Resultados e Discussão

Observa-se na Figura 2(a) comportamento linear para o teor de B no solo na camada superficial (0-20 cm) em função das doses de B aplicadas. Isso se deve a alta solubilidade do ácido bórico utilizado como fonte. Analisando o tratamento controle, pode-se observar que houve decréscimo no teor de B ( $0,23\ mg\ dm^{-3}$ ) no solo, pois a análise inicial apontava  $0,37\ mg\ dm^{-3}$  de B, provavelmente por causa da mineralização natural da matéria orgânica com o passar do tempo. A dose de  $4,0\ kg\ ha^{-1}$  de B, disponibilizou  $0,45\ mg\ dm^{-3}$  de B no solo extraído com água quente.

Segundo Gonzales-Fernández et al. (1985, p. 243) os sintomas característicos de deficiência de B no girassol são visíveis somente quando o teor de B no solo estiver abaixo de  $0,26\ mg\ dm^{-3}$ , característica que foi observada no tratamento controle, onde as plantas estavam raquíticas e susceptíveis ao tombamento.

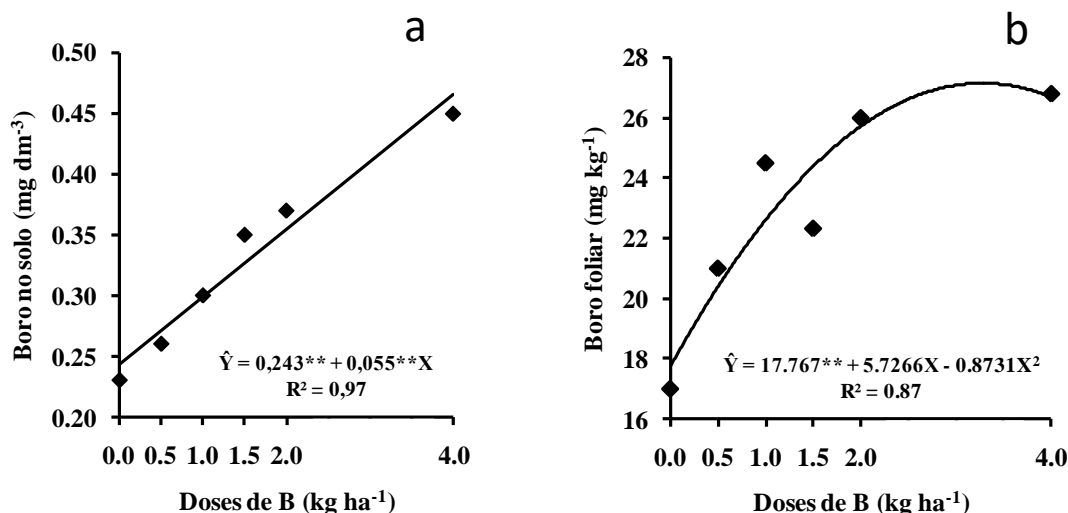


Figura 2. Teor de boro no solo (a), extraído com água quente, em mg dm<sup>-3</sup>, concentração foliar de boro (b) no girassol, em mg kg<sup>-1</sup>, em função das doses de B aplicadas superficialmente no solo.

Segundo Sousa e Lobato (2004, p. 188) teores de B no solo extraído com água quente variando de 0,30 mg dm<sup>-3</sup> a 0,50 mg dm<sup>-3</sup>, são classificados como médios e teores acima de 0,50 mg dm<sup>-3</sup> são considerados altos não havendo necessidade de adição de B. Nem mesmo a dose de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de B proporcionou teor de B no solo acima de 0,50 mg dm<sup>-3</sup>, ficando a mesma em 0,45 mg dm<sup>-3</sup> de B. Segundo Gupta (1993, p. 172) a baixa umidade do solo é a principal causa na menor disponibilidade de B as plantas, devido a diminuição no movimento por fluxo de massa da solução do solo em direção as raízes e menor difusão do soluto no perfil do solo.

A concentração foliar de B apresentou comportamento polinomial quadrático em relação às doses de B aplicadas no solo (Figura 2(b)). A dose de 3,27 kg ha<sup>-1</sup> apresentou concentração máxima de 27,14 mg kg<sup>-1</sup>, proporcionando incremento de 59,6 % em relação ao tratamento controle. As demais doses apresentaram valores intermediários entre o ponto de máxima e a testemunha.

Os resultados obtidos em relação a concentração foliar de B são diferentes dos encontrados por Gonzales-Fernández et al. (1985, p. 243) os quais afirmaram que concentrações de B nas folhas do girassol abaixo de 34 mg kg<sup>-1</sup> as plantas apresentam sintomas de deficiência, como deformação de capítulos, estas características não foram visíveis neste experimento. Machado (1979, p. 70) encontrou concentrações adequadas de 50 mg kg<sup>-1</sup>. As diferenças de valores obtidos por estes autores comparados a este experimento podem ter sido influenciados pelo modo de aplicação, ou seja, nesses experimentos a adubação boratada foi foliar. No trabalho de Santos et al. (2010) o B foi aplicado na forma de ácido bórico juntamente com a adubação de cobertura, aos 30 e 60 dias após emergência (DAE), e constataram que até o período do florescimento houve intensa assimilação de B nas folhas, reduzindo somente ao final do enchimento dos aquênios, sendo que o maior teor de B nas folhas foi 99,2 mg kg<sup>-1</sup> aos 75 DAE.

O diâmetro de caule das plantas apresentou 18,61 mm na dose de 2,62 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 3(a)). Houve incremento de 21,6% quando comparado ao tratamento controle. A adição de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de B proporcionou ligeira queda no diâmetro de caule em relação aos tratamentos 1,0 kg ha<sup>-1</sup> e 2,0 kg ha<sup>-1</sup> de B, este efeito pode ser caracterizado como toxidez causada pela maior dose de B.

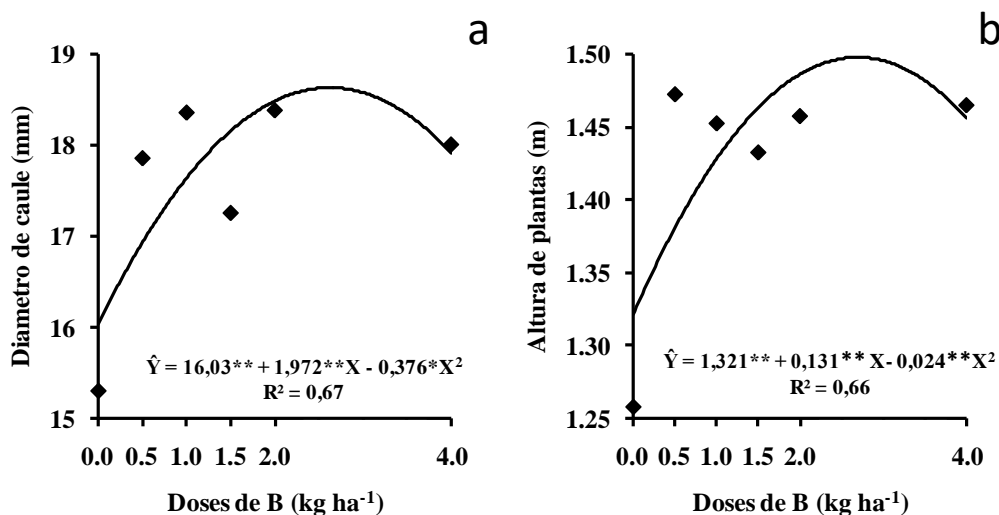


Figura 3. Diâmetro de caule (a) das plantas de girassol, em milímetros, altura de plantas (b) de girassol, em metros, em função das doses de B aplicadas superficialmente no solo.

Segundo Silva (2005, p. 65) a estrutura genética da planta também determina o ritmo de crescimento do caule no girassol sendo que o crescimento inicial é linear até o início da antese, onde se mantém constante e posteriormente reduz o diâmetro quando as plantas estão em ponto de colheita, devido à perda de água. O diâmetro de caule pode influenciar na quantidade de translocação de água e nutrientes para as folhas e capítulos das plantas.

A altura de plantas apresentou comportamento polinomial quadrático em função das doses de B aplicadas no solo (Figura 3(b)). A maior altura de plantas foi observada na dose de 2,73 kg ha<sup>-1</sup> de B com 1,49 m, isso representou incremento de aproximadamente 18,2% na altura em relação ao tratamento controle. Embora a característica de altura esteja ligada a fatores genéticos, o manejo e as condições ambientais podem afetar esta característica. Estudos realizados por Bonacin et al. (2009) e Lima et al. (2013), embora tenham observado diferença significativa entre doses de 1 a 5 kg ha<sup>-1</sup>, a máxima altura de planta foi observada na dose de 3 kg ha<sup>-1</sup> foi de 1,18 m, altura essa inferior no estudo em questão.

Silva (2005, p. 59), trabalhando com dois híbridos de girassol, quatro diferentes lâminas de água e com três doses de B, em Lavras, MG observou incremento de altura das plantas somente nas parcelas irrigadas. Lemos & Vazquez (2005, p. 76), trabalhando com as cultivares H250 e H251 de girassol na safrinha, obtiveram altura média de plantas de 1,24 m e 0,96 m, respectivamente. Já Rezende (2001, p. 47), trabalhando com as cultivares Catissol 01, M92007 e M742, conduzidas no período de safrinha em Lavras, MG, observou altura média das plantas de girassol de 1,71 m. Dados esses que reforçam a influência dos fatores externos, como a suscetibilidade a doenças e fertilidade de solo, na característica altura das plantas. Os valores obtidos neste experimento são maiores aos observados pelos autores citados anteriormente, exceto por Rezende (2001, p. 84) provavelmente devido ao uso de um cultivar distinto, ou seja, o Aguará 4.

De acordo com a Figura 4(a) pode-se afirmar que o diâmetro de capítulos teve comportamento linear. A dose de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> apresentou diâmetro de capítulos de 16,2 cm um incremento de 16,5 % em relação ao tratamento controle, o qual apresentou diâmetro de capítulos de 13,9 cm. Os outros tratamentos utilizados apresentaram valores semelhantes, em torno de 15 a 16 cm.

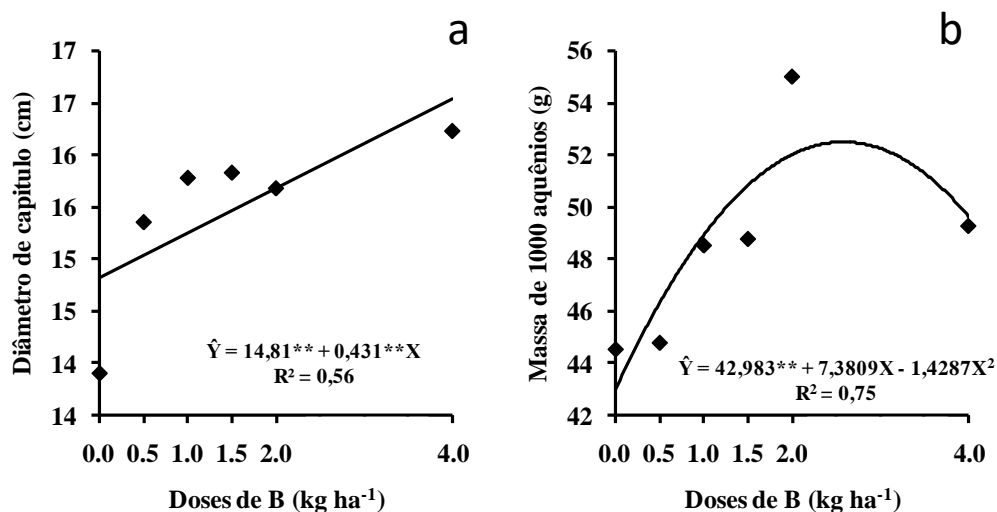


Figura 4. Diâmetro de capítulos do girassol (a), em centímetros, massa de 1.000 aquênios (b) do girassol, em gramas, em função das doses de B aplicadas superficialmente no solo.

Silva et al. (200, p. 69), utilizaram os híbridos H250 e H251 de girassol, em regime de safrinha, em Lucianópolis, SP e Rio Verde, GO, obtiveram valores médios de diâmetro de capítulos de 14,45 e 12,2 cm, respectivamente. O diâmetro de capítulos favorece a maximização da utilização dos outros recursos empregados no cultivo, os quais devem ser bem manejados. Capone et al. (2016) trabalhando com três cultivares de girassol (variedade Br 122 e os híbridos Aguará 4 e Helio 863) apresentaram aumento em diâmetro do capítulo até aproximadamente 3 kg ha<sup>-1</sup> de boro. Deve-se observar também que a produtividade não depende somente do diâmetro dos capítulos, mas também da massa de 1.000 aquênios.

A característica de massa de 1.000 aquênios foi significativa para as doses de B (Figura 4(b)). Dentre os tratamentos a dose de 2,0 kg ha<sup>-1</sup> de B apresentou valor de 55 g, tendo assim um incremento de 23,6% na massa dos aquênios em relação ao tratamento controle. O tratamento 0,5 kg ha<sup>-1</sup> teve a mesma massa de 1.000 aquênios que o tratamento controle, os demais tratamentos apresentaram valores próximos a 49 gramas. O ponto de máxima observado foi com a dose de 2,58 kg ha<sup>-1</sup>, proporcionando massa de 1.000 aquênios de 52,40 g. O B atua como formador de tubos polínicos e germinação dos grãos de pólen, influenciando na quantidade de aquênios fertilizados (LOPES, 1989, p. 91).

Os valores obtidos neste trabalho foram maiores aos obtidos por Silva (2005, p. 77) o qual, trabalhando com os híbridos H250 e H251, observou valores de 41,15 e 25,61 gramas 1.000 aquênios<sup>-1</sup>, respectivamente. A massa de 1.000 aquênios está diretamente relacionada com a quantidade de óleo e de fibras influenciando a massa final, tornando-os mais ou menos densos.

Em relação a variável massa seca da parte aérea (Figura 5(a)) obteve-se como resultado um comportamento quadrático em função das doses de B. A dose que proporcionou maior massa seca da parte aérea foi a dose de 2,17 kg ha<sup>-1</sup> com 6,83 t ha<sup>-1</sup>. As demais doses de B, com exceção o tratamento controle, apresentaram valores de massa seca maiores a 6,0 t ha<sup>-1</sup>. Houve decréscimo na massa seca da parte aérea no tratamento 4 kg ha<sup>-1</sup> de B revelando toxidez de B com a dose mais alta.

Estudo realizado por Queiroga (2011). na Chapada do Apodi-RN, utilizando doses de 0 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de potássio e de 0 a 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de boro, na cultura do girassol, não foi verificado influência significativa nas características vegetativa e de produção.

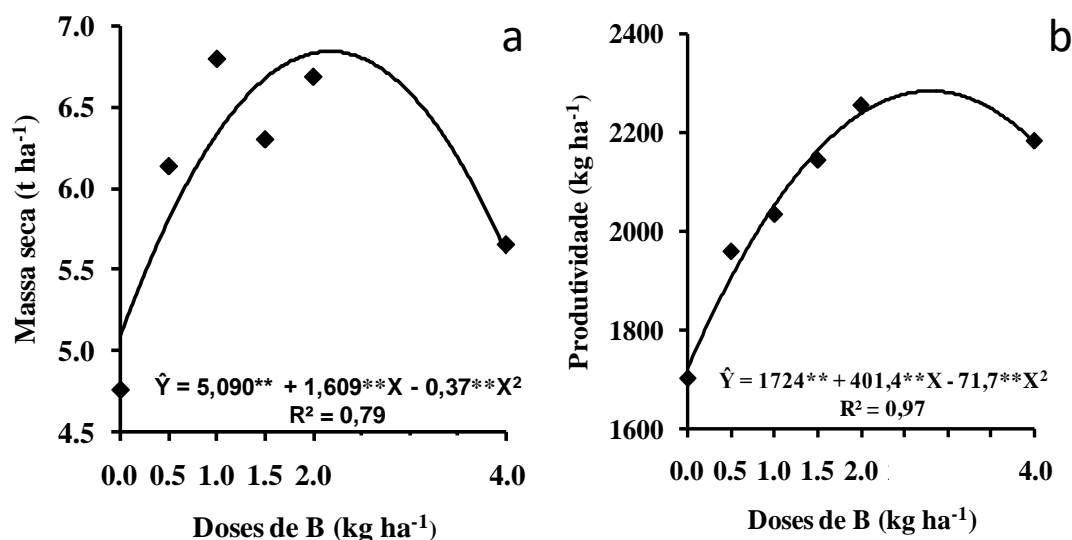


Figura 5. Massa seca da parte aérea (a) do girassol, em t ha<sup>-1</sup>, produtividade do girassol (b), em kg ha<sup>-1</sup>, em função das doses de B aplicadas superficialmente no solo.

Os aspectos funcionais do B estão estreitamente ligados à formação da estrutura primária da parede celular e à função da membrana (MORAES, et al. 2002, p. 1432) e sua deficiência resulta em rápida inibição no crescimento das plantas, condição que pode ser observada a campo, como tombamento de plantas pela redução de celulose, pectina e lignina, diminuindo assim a densidade vegetal e a massa seca.

Este efeito tóxico também foi evidenciado por Marchetti et al. (2001, p. 1108), em experimentos conduzidos em casa de vegetação em Dourados, MS, trabalhando com as mesmas doses de B, porém utilizando também o bórax como fonte, observaram que independente da fonte de B, a dose de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> apresentou decréscimo na massa seca total, causando clorose na área fotossintética ativa e conseqüente necrose de tecidos foliares.

Com os valores obtidos pode se dizer que o cultivo de girassol em sistema de safrinha favorece o acúmulo de palhada para o cultivo subsequente, melhorando as características do solo, porém deve-se salientar a problemática da transmissibilidade da doença conhecida por mofo branco, a qual é causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, para as demais culturas, uma problemática crescente nos cultivos de soja e feijão em solos de Cerrado.

Observando a Figura 5(b) nota-se que produtividade do girassol foi significativamente influenciada pela adição de doses de B. No tratamento controle a produtividade foi menor a todos os outros tratamentos, e que a dose de 2,79 kg ha<sup>-1</sup> de B foi a que proporcionou maior produtividade com valor de 2.285 kg ha<sup>-1</sup>, o que representa incremento de 34,3% em relação ao tratamento controle. Transformando esses valores em sacas, o incremento corresponde a 9,3 sacas ha<sup>-1</sup> a mais utilizando os mesmos recursos, apenas a adubação boratada diferenciada. A dose de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de B expressou decréscimo na produtividade, em relação ao ponto de máxima, mostrando que excessos de adubação com este nutriente no girassol, além de aumentar os custos de produção, são prejudiciais ao desenvolvimento da cultura.

Lemos e Vazquez (2005, p. 78), trabalhando com os híbridos H250 e H251, em Fernandópolis, SP, obtiveram produtividades média de grãos de 2.828,7 kg ha<sup>-1</sup> e 1.050,8 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em Londrina, PR, Leite e Carvalho (2005, p.109), trabalhando com os mesmos híbridos, obtiveram produtividades médias dos grãos de 1.682 kg ha<sup>-1</sup> e 1.839 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.



O B é responsável pela fertilização das flores do girassol promove acréscimo na massa de 1.000 aquênios e na porcentagem de grãos cheios economicamente viáveis, proporcionando maiores produtividades.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2009, p. 34), analisando a viabilidade do cultivo de girassol em espaçamentos reduzidos (0,4 m e 0,5 m entre linhas), foi constatado que essa operação pode ser realizada com sucesso na cultura do girassol. Esta redução aumenta o índice de área foliar, sombreando o solo reduzindo a competição por plantas daninhas, melhora a disposição espacial de plantas e conseqüente aumento produtividade, porém reduz a massa de 1.000 aquênios.

## Conclusões

1. A dissolução de ácido bórico na calda de pulverização apresentou-se como forma eficiente e de fácil aplicação, suprimindo as necessidades de B no solo para a cultura do girassol.
2. Todas as características analisadas foram responsivas à adição de B, aumentando principalmente a produtividade, a massa de 1.000 aquênios e massa seca.
3. A dose de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de B apresentou toxicidade as plantas diminuindo assim a produtividade.

## Referências bibliográficas

- ADRIANO, D.C. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York: Springer-Verlag, 1986, 533p.
- 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**, Campina Grande, 13: p.111–116, 2009.
- BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; MENEZES, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; FERNANDES, P. B. Aplicação simultânea de dessecantes e boro no manejo de plantas daninhas e na nutrição mineral das culturas de soja e girassol. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 797-804, 2006.
- BYERS, D.E.; MIKKELSEN, R.L.; COX, F.R. Greenhouse evaluation of four boron fertilizer materials. **Journal of Plant Nutrition**. Monticello, v.24, n.4/5, p.717-725, 2001.
- CAPONE, A., DARIO, A. S., MENEGON, M. Z., FIDELIS, R. R., & BARROS, H. B. Respostas de cultivares de girassol a doses crescentes de boro na entressafra do Cerrado Tocantinense Responses of sunflower cultivars to increasing doses of boron in the between harvests the Cerrado Tocantinense. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 43-48, 2016.
- CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. de C.; KARAM, D.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**, Londrina: EMBRAPA, CNPSO, 1996. 38p. (Circular técnica, 13).
- EVANS, C.M.; SPARKS, D.L. On chemistry and mineralogy of boron in pure and mixed systems: a review. **Communications in soil science and plant analysis**, v.14, n.19, p.827-846, 1983.
- FERREIRA, D. F. Programa Sisvar. exe. **Sistema de Análise de Variância**. Versão 5.1, 2003.
- GONZÁLES-FERNÁNDEZ, P. *et al.* **La deficiência de boro em el girassol cultivado em España**. In. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE GIRASSOL, 11, Mar Del plata, 1985 **Actas...** Mar del Plata: Asagir, p.243-8. 1985
- GUPTA, U.C. **Boron and its role in crop production**. Boca Raton: CRC Press, 1993, 236p.
- INMET, **Monitoramento das estações meteorológicas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>, acesso em 7 de julho de 2009.

- LIMA, A. D.; DE ARAÚJO VIANA, T. V.; DE AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; & de LIMA DUARTE, J. M. Adubação borácica na cultura do girassol. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 7, n. 3, p. 269-276, 2013.
- LEITE, R.M.V.B.C.; CARVALHO, C.G.P. Avaliação da resistência de genótipos de girassol à mancha de *Alternaria (Alternaria helianthi)* em condições de campo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16, E SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4, 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.108-110, 2005.
- LEMOS, D.M.R.; VAZQUEZ, G.H. Comportamento agrônômico de diferentes genótipos de girassol na época da safrinha em Fernandópolis/SP. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, p.76-79, 2005.
- LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989, 153p.
- MACHADO, P.R. Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus L.*) em função da idade e adubação em condições de campo. 1979. 83f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997, 319p.
- MARCHETTI, M.E. *et al.* Resposta do girassol, *Helianthus annuus*, a fontes e níveis de boro. **Revista Acta Scientiarum**. Maringá, v.3, n.5, p.1107-1110, 2001.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic press, 1995, 889p.
- MARTINEZ, F.G. **Elementos de fisiologia vegetal**. Madri: ediciones Mundi-prensa, 1995, 1146p.
- MORAES, L.A.C.; MORAES, V.H.F. de; MOREIRA, A. Relação entre a flexibilidade do caule de seringueira e a carência de boro. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1431-1436, 2002.
- PINA FILHO <http://www.ceapar.com.br/histgira.html#top>. Disponível em 13 de mar. 2019.
- QUEIROGA, F. M de. Resposta da cultura do girassol a doses de potássio, magnésio, boro, zinco, cobre e a fontes de nitrogênio. Mossoró-RN, Universidade Federal Rural do Semiárido, fevereiro de 2011. 69 p.il. Dissertação.
- REZENDE, A.V. de. Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus L.*) como planta forrageira para silagem e para associar-se ao capim elefante (*Pennisetum purpureum SCHM*) na ensilagem. 2001. 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- SANTOS, L. G. dos; MELO, F. V. S. T. de; SOUZA, U. O.; PRIMO, D. C.; SANTOS, A. R. dos; Fósforo e boro na produção de grãos e óleo no girassol. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010.
- SILVA, A.G. da; PIRES, R.; MORÃES, E. B. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; CARVALHO, C. G. P. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.31-38, jan./mar. 2009.
- SILVA, M.L.O. Aplicações de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol. 2005. 115p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- SILVA, A. R. A. da; BEZERRA, F. M. L.; FREITAS, C. A. S. de; FILHO, J. V. P.; ANDRADE, R. R. de; 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, n.9, p.959–968, 2012.
- SILVA, M. R. ; UNGARO, M. R. G. ; RAMOS, N. P. ; AGUIAR, R. H. Cultivo de girassol em Lucianópolis – Estudo de caso. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16, E SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4, 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.68-70.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. Ed., Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 416p.

UNGARO, M. R. G. Girassol (*Helianthus annuus* L.). **Boletim Informativo do Instituto Agrônômico**, v.200, p.112-113. 1990.

VIANA, T. V. de A.; LIMA, A. D.; MARINHO, A. B.; DUARTE, J. M. de L.; AZEVEDO, B. M. de; COSTA, S. C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do Girassol, sob condições semiáridas. **Irriga**, v. 17, n. 2, p. 126-136, 2012.

Recebido em 28 de fevereiro de 2019

Aceito em 22 de março de 2019