



Adubação borácica na cultura do girassol¹

Boracic fertilization in sunflower culture

**Alan Diniz Lima^{2*}, Thales Vinícius de Araújo Viana³, Benito Moreira de Azevedo⁴,
Albanise Barbosa Marinho⁵, José Moacir de Lima Duarte⁶**

Resumo - Objetivou-se com essa pesquisa avaliar cinco doses de boro nas características de produção de plantas de girassol, cultivar Catissol 01, no distrito de irrigação Tabuleiro de Russas. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram da aplicação de 1; 2; 3; 4 e 5 kg ha⁻¹ de boro, de maneira convencional, sendo todo na fundação. Avaliaram-se as características referentes a produção (massa de 1000 aquênios, massa média dos aquênios por capítulo, produtividade potencial de aquênios, teor de óleo dos aquênios e produtividade potencial de óleo). Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando verificado efeito significativo, foram comparados através da análise de regressão. Todas as variáveis analisadas apresentaram inferência estatística frente as dosagens de boro estudadas, menos a interação entre altura da planta e diâmetro do caule e as épocas de avaliação, bem como a massa de 1000 aquênios e o teor de óleo dos aquênios. A altura de planta e o diâmetro do caule foram influenciados significativamente pelas doses de boro e pela época de coleta dos dados, mas não pela interação variável versus época de coleta. A dose de 4 kg ha⁻¹ de boro maximizou a massa média de aquênios, a produtividade potencial de aquênios e o potencial de produção de óleo

Palavras-chave - Biocombustíveis. *Helianthus annuus* L.. Produtividade.

Abstract - We aimed, in our experiment at evaluating the effect of boracic fertilization in sunflower (01 Catissol cultivar) cultivation, in the Tabuleiro de Russas irrigation district. The experiment was conducted in randomized blocks with five treatments and five replicates/treatment, totaling 25 experimental units. The treatments consisted of applying 1, 2, 3, 4 and 5 kg ha⁻¹ of boron in the conventional way, at planting. We evaluated the characteristics related to production (one thousand achenes weight, the average mass of achenes per head, potential achene yield, achene oil content and potential oil yield). The data of the evaluated variables was subjected to analysis of variance by the F test, and when significant effect was observed, the data was compared by regression analysis. All variables analyzed showed statistical inference for the examined boron doses, except for the interaction between plant height and stem diameter and the evaluation periods, as well as the one thousand achenes mass and achene oil content. The plant height and stem diameter were significantly influenced by the boron dose and by the time of data collection, but not by the interaction of each variable with the time of data collection. The 4 kg ha⁻¹ boron dose maximized the average achene mass, the potential achene yield and the potential oil yield.

Key words - Biofuels. *Helianthus annuus* L.. Productivity.

* Autor para correspondência

¹Parte da dissertação do primeiro autor

²Eng. Agr., Doutorando em Engenharia Agrícola - DENA/UFC, Brasil, alandinizlima@yahoo.com.br

³Prof. Adjunto, Dsc., Depto. de Engenharia Agrícola, UFC/Fortaleza - CE, thales@ufc.br

⁴Prof. Adjunto, Dsc., Depto. de Engenharia Agrícola, UFC/Fortaleza - CE, benito@ufc.br

⁵Prof. Adjunto, Dsc., UNILAB, Redenção - CE, albanise@unilab.edu.br

⁶Engenheiro agrônomo, UFC/Fortaleza - CE, moacir.ufc@oi.com.br

Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura que apresenta boa tolerância à temperaturas altas. Por conseguinte, pode tornar-se uma importante alternativa para o Semiárido brasileiro, pois pode ser utilizada visando atender o mercado de óleos comestíveis nobres, confeitaria, alimentação de pássaros, produção de silagem, farelo e torta para alimentação animal, produção ornamental, bem como a possibilidade de exportação de grãos. Além disso, devido ao alto teor de óleo no grão (38 a 50%), o girassol desponta como uma opção para a produção de biocombustíveis (LEITE; CASTRO, 2006). Em consequência, há o desenvolvimento de políticas públicas de incentivo ao cultivo desta cultura para o Estado do Ceará.

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⁻¹ de boro (VIANA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012). Entretanto, em sua maioria, os agricultores não utilizam fontes de boro nas adubações, resultando em produtividade inferior a 800 kg ha⁻¹, onde essa redução na produtividade, em parte, pode ser atribuída, dentre alguns fatores, a deficiência desse micronutriente.

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). Epstein e Bloom (2004) e Furlani (2004) relatam que o B é integrante de compostos que constituem a hemicelulose da parede celular. Outras funções importantes como o transporte de açúcares através das membranas, a incorporação de fosfato na formação de nucleotídeos, no desenvolvimento do tubo polínico e na frutificação, são citadas por Dechen e Nachtigall (2006), que relatam a importância de tal nutriente para a maioria das culturas dentre elas as oleaginosas.

A deficiência de B causa, principalmente, alterações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, sendo, entretanto, difícil distinguir entre os efeitos primários e secundários (SHORROCKS, 1997). Os sintomas da deficiência consistem de manchas foliares no começo da floração e algumas vezes, também antes, na pré-floração. As folhas passam a apresentar manchas necróticas, sendo também afetados os tecidos internos da parte superior do caule, prejudicando o desenvolvimento do capítulo em floração.

Algumas pesquisas já foram desenvolvidas com a cultura do girassol e aplicação de boro, mas não em regiões semiáridas: Silva *et al.* (2007), trabalhando com lâminas de irrigação e doses de boro (1; 2 e 3 kg ha⁻¹) e duas cultivares de girassol, H250 e H251 no Estado de Minas Gerais, em

Latossolo Vermelho distroférico, não observou diferença significativa em nenhum dos componentes de crescimento (altura de plantas, diâmetros de caule e de capítulos), componentes de produção (produtividade de grãos e de óleo, teor de óleo dos aquênios e peso de 1000 aquênios) para as doses de boro analisadas.

Caletti e Vázquez-Amabile (2002), trabalhando com três híbridos de girassol em solos da Argentina, aplicando doses de boro (0,21; 0,6 e 3,2 kg B ha⁻¹) e com teor inicial no solo de 0,8 a 1 mg dm⁻³, obtiveram produções variando entre 2.003 e 2.539 kg ha⁻¹. Já Bonacin *et al.* (2008), analisando cinco doses de boro (0; 1; 2; 3 e 4 kg ha⁻¹), não constatou efeito significativo nas características das sementes avaliadas aos 49 dias após o florescimento pleno da cultura.

Oyinlola (2007), trabalhando no Norte da Nigéria, com as cultivares de girassol, Record, Isaanka e Funtua, aplicando doses de boro (0; 4; 8 e 12 kg ha⁻¹ B), observou que a cultura respondeu a dose ótima de boro, que maximizaram a produção, mas na alta dose aplicada (12 kg ha⁻¹ B) houve uma diminuição acentuada nas variáveis definidas, onde a dose específica para as três cultivares estavam entre 5,60 e 8,40 kg ha⁻¹ B.

Portanto, tendo em vista a importância da cultura do girassol e desse micronutriente para seu desenvolvimento e ausência de estudos sobre boro no semiárido Nordeste, objetivou-se com esse trabalho avaliar cinco doses de boro nas características de crescimento e produção de plantas de girassol, cv Catissol 01, no distrito de irrigação Tabuleiro de Russas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no perímetro irrigado Tabuleiros de Russas, situado no Baixo Jaguaribe (05°37'20" S; 38°07'08" O; 81,50 m), no município de Russas - CE. O clima, segundo a classificação de Köppen, é classificado como Bsw'h', semiárido e muito quente. As condições climáticas são caracterizadas por médias anuais de umidade relativa do ar de 60%; precipitação pluvial de 720 mm e temperatura de 27°C, sendo o trimestre março-maio o período mais chuvoso e o período julho-dezembro o mais seco. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 1999), de textura franca arenosa.

A área total do experimento foi de 100 m² (10 x 10 m). A cultura utilizada foi o girassol (*Helianthus annuus* L.), variedade Catissol 01, produzida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). A semeadura foi realizada no dia 08 de outubro de 2010, colocando-se três sementes por cova, a uma profundidade de 3 cm, no

espaçamento 1,0 x 0,2 m (1,0 m entre fileiras de plantas e 0,2 m entre plantas na mesma linha), tendo sido feito o desbaste deixando-se uma planta por cova.

Durante o decorrer do experimento foram realizadas capinas manuais com o intuito de retirar as plantas invasoras. Não foi necessário aplicar nenhum tipo de agrotóxico, pois as plantas não apresentaram nenhum sintoma de doenças e ataque de pragas.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (1; 2; 3; 4 e 5 kg ha⁻¹ de B) e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Para as variáveis de crescimento, utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo designados às parcelas, as doses de boro, e na subparcela, os tempos de avaliação (40, 55, 70 e 85 DAP). As doses de boro foram aplicadas de maneira convencional, na fundação, com o manejo da irrigação realizado com base em 75% da evaporação medida no Tanque Classe "A". A parcela experimental foi composta por 20 plantas (4 m²).

Antes da implantação da pesquisa foram coletadas amostras de solo e levadas ao Laboratório de fertilidade do solo e nutrição de plantas da Universidade Federal rural do Semiárido (UFERSA) para determinação das características químicas. Com base na amostra de solo, relativas à camada de 0 - 20 cm de profundidade obteve-se a seguinte composição química: 0,7 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 0,3 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0 mg dm⁻³ de Na⁺; 30,5 mg dm⁻³ de K; 1,82 cmol_c dm⁻³ de H⁺ + Al³⁺; Al³⁺ não foi detectado pelo método; pH em água de 6,0; Soma de bases de 1,08 cmol_c dm⁻³; Capacidade de troca de cátions de 2,89 cmol_c dm⁻³; Percentagem de sódio trocável de 37%.

A recomendação de adubação foi realizado com base na análise do solo, tendo sido aplicados 60 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio), 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples), 50 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), 50 kg ha⁻¹ de FTEBR-12 diferenciando-se apenas as doses de boro aplicadas nos cinco tratamentos, levando-se em consideração a quantidade de boro existente no FTEBR12 (1,8% de boro), aplicados em sua totalidade na fundação. Para a composição dos tratamentos com doses diferenciadas de boro foi usado como fonte, o ácido bórico. O N foi parcelado, sendo 1/3 no plantio e o restante aos 35 DAP.

Avaliaram-se as características referentes ao crescimento das seis plantas amostradas na área útil, sendo: altura de plantas - com um auxílio de uma trena métrica; e diâmetro de caule - medido com um paquímetro digital. Para essas variáveis as avaliações se deram aos 40, 55, 70 e 85 DAP. As variáveis de produção avaliadas foram: massa de 1000 aquênios, massa média dos aquênios por capítulo, produtividade potencial de aquênios, teor de óleo dos aquênios e produtividade potencial de óleo.

A colheita foi efetuada manualmente aos 88 DAP, utilizando-se de tesouras de poda, quando aproximadamente 80% dos capítulos apresentavam coloração marrom-escuro. Nessa condição, os aquênios apresentam teor de umidade entre 14 e 16 % (BALLA *et al.*, 1995), adequados a colheita.

De posse dos dados, cada variável foi submetida à análise de variância (Anova). Posteriormente, os dados referentes às dosagens de boro e épocas de avaliação, quando significativo, foram submetidos à análise de regressão, onde as equações de regressão que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (***) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R²). Esses estudos foram realizados com o auxílio de planilhas do Excel e utilizando o software "SAEG/UFV 9.1" (SAEG, 2007).

Resultados e discussão

Na Tabela 1, observa-se a partir da análise de variância que não houve interação entre os fatores doses e épocas para as variáveis: altura da planta e o diâmetro do caule, sendo feito o estudo dos efeitos médios de cada fator.

Os dados de altura de planta em função dos dias após o plantio (DAP) ajustou-se melhor ao modelo quadrático, com coeficientes de determinação de 0,997 (Figura 1a). Por meio da derivada primeira obteve-se que aos 71 DAP a planta atingiu o valor máximo de 131 cm de altura, onde se observa incrementos na ordem de aproximadamente

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura da planta (A_{PLT}) e diâmetro do caule (D_{CAU}) em função dos dias após o plantio (DAP) e das doses de boro na cultura do girassol em Russas, CE, 2010.

F.V.	G.L.	QM	
		APLT	DCAU
Bloco	4	2739,295	9,071983
Boro	4	2251,019*	12,8256*
Erro (A)	16	735,0763	2,794464
DAP	3	10179*	13,49775*
Boro x DAP	12	445,1546 ^{ns}	0,8304911 ^{ns}
Erro (B)	60	448,7972	0,9473223
Total	99	-	-
Média	-	113,99	16,747
C.V. (%)	-	18,58	5,8117

^{ns}- não significativo * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F (p < 0,05)

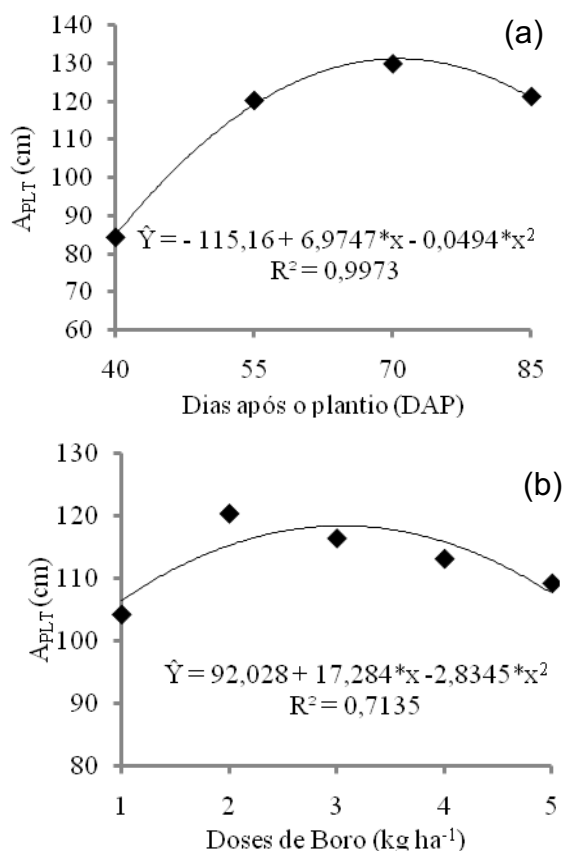


Figura 1 - Altura das plantas em função dos dias após o plantio (a) e doses de boro (b) na cultura do girassol, cultivar Catissol 01, Russas, CE, 2010.

55%, se comparado a primeira avaliação realizada aos 40 DAP.

As plantas de girassol apresentaram acréscimo nos valores de altura até os 70 DAP devido ao fato deste período corresponder ao desenvolvimento, floração e início da maturação. Dos 70 aos 87 dias, que correspondeu ao período de amadurecimento e início de senescência, houve um decréscimo em altura. Neste período, a planta perde as folhas, reduz a produção de fotossintéticos e ocorre um processo de desidratação da parte aérea, implicando em ligeira redução em altura. Além do mais, a inclinação do caule que sustenta o capítulo, decorrente do acúmulo de biomassa do enchimento dos aquênios, favorece para essa redução na altura.

De acordo com Silva *et al.* (2012) que observou entre as médias das épocas de avaliação, o maior valor de AP (181,70 cm) foi registrado ao término do estágio de floração (68° DAS), ocorrendo diferença estatística em relação às demais de tal forma que, ao final do ciclo (110° DAS) mensurou-se a menor das alturas, inferior em 23% quando comparada ao máximo valor. Semelhante aos

resultados desse trabalho, Carvalho (2004) também obteve maior altura de plantas de girassol em pleno florescimento, com posterior redução para altura de planta. Resultado semelhante, quantitativamente para altura da planta, foi obtido por Silva *et al.* (2007).

Avaliando-se a altura da planta em função das doses de boro aplicadas, observa-se também que a mesma se ajustou a um modelo quadrático, com coeficiente de determinação de 0,713 (Figura 1b). A partir da equação obtida verificou-se que a dose de máxima eficiência técnica para a altura da planta, em 118,35 cm, foi aproximadamente de 3 kg ha⁻¹ de boro.

Já Oyinlola (2007), em seus estudos, com três cultivares, Record, Isaanka e Funtua, cultivadas em Latossolo, também encontrou comportamento quadrático, entretanto, a altura das plantas aumentou até a dose de 8 kg ha⁻¹ B, após a qual houve um declínio na altura da planta com o aumento das doses de B.

Corroborando estatisticamente com os resultados desse trabalho, Kappes *et al.* (2008) trabalhando com aplicação de doses de boro, 0, 100, 200, 300 e 400 g de B ha⁻¹, na cultura da soja, observou que as mesmas apresentaram influência significativas positiva sobre a altura de plantas, tendo na sua análise de regressão o modelo quadrático com o melhor ajuste e o coeficiente de determinação de 78,5 e 79,4%, para a altura de planta, no estádios estudados.

Em contrapartida Silva *et al.* (2007), avaliando o efeito das doses de boro (1 a 3 kg ha⁻¹) na cultura do girassol sob irrigação diária, em Latossolo Vermelho distroférico, observou ausência de significância das doses na altura de planta.

Um dos motivos para que nas menores doses aplicadas tenham ocorridos menores valores de altura de planta, neste trabalho, é devido ao fato de que a deficiência de boro diminui indiretamente a fotossíntese e a transpiração através da diminuição da área foliar e pela alteração dos compostos presentes na folha (clorofilas e proteínas solúveis), contribuindo assim para com a redução dos valores encontrados para a variável estudada.

Do mesmo modo, para o diâmetro do caule em função dos dias após o plantio, foi ajustado ao modelo polinomial quadrático com coeficiente de determinação de 0,996 (Figura 2a). Aproximadamente aos 65 DAP obteve-se os maiores valores para o diâmetro do caule (17,18 mm), sendo que incrementos médios de 7,17% foram observados em comparação a primeira avaliação, aos 40 DAP. A partir dos 64 DAP, os valores do diâmetro do caule passaram a decrescer.

Conforme o resultado desse trabalho, a partir dos 64 DAP as plantas de girassol tiveram reduzido o seu

diâmetro do caule, devido ao processo de senescência natural, causando perda de água nos tecidos, tendo como consequência redução do seu diâmetro. Outro fato que pode ter contribuído para com essa redução foi a disponibilidade hídrica do solo, já que o mesmo foi irrigado com 75% da evaporação medida no Tanque Classe “A”.

Explicando semelhança encontrada no modelo matemático desse trabalho, Nezami *et al.* (2008), relatam que, em condições de campo, um dos efeitos da redução na disponibilidade hídrica sob a morfologia do girassol é a redução do diâmetro do caule, em função do menor crescimento do raio do caule, condições em que o crescimento da haste principal e dos ramos laterais é suprimido e, por conseguinte, é encerrada uma partição menor de matéria seca no caule.

Para o diâmetro do caule em função das doses de boro, observou-se que o mesmo também apresentou uma regressão quadrática, ajustando-se a um modelo polinomial

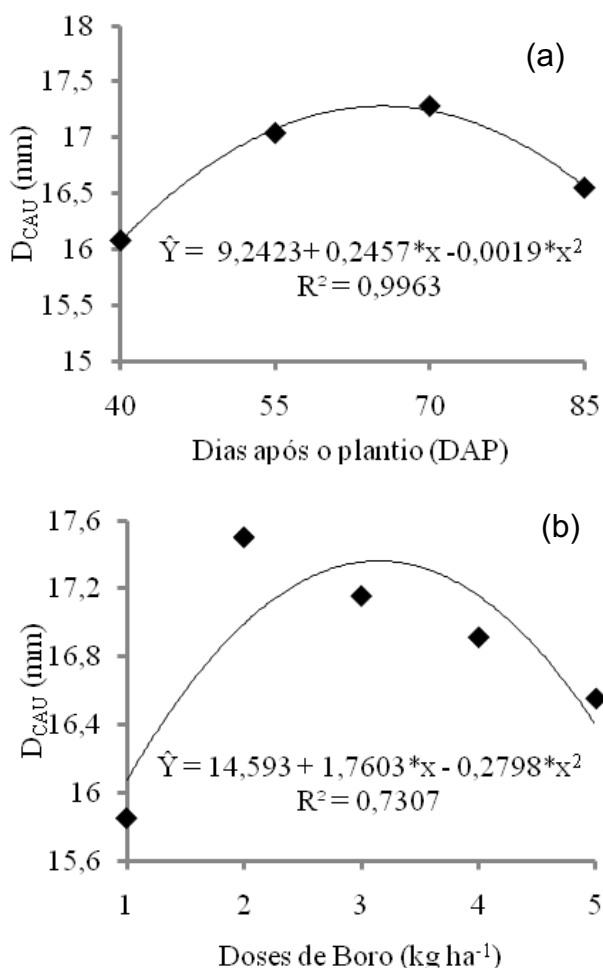


Figura 2 - Diâmetro do caule em função dos dias após o plantio (a) e doses de boro (b) na cultura do girassol, cultivar Catissol 01, Russas – CE, 2010.

com coeficiente de determinação de 0,73 (Figura 2b). A dose de boro que maximizou o diâmetro do caule foi de aproximadamente 3 kg ha⁻¹ de boro, obtendo-se um caule com diâmetro de 17,35 mm.

Em oposição a este trabalho, Silva *et al.* (2007) não observou significância quando variou as doses de boro entre 1 e 3 kg ha⁻¹ na cultura do girassol, sob irrigação diária, para o diâmetro do caule. Bonacin *et al.* (2008) também não encontrou diferença significativa das doses do elemento no diâmetro do caule. Porém, a presença do elemento, mesmo na dose mais baixa, foi necessário para o desenvolvimento das plantas de girassol.

Neste trabalho, as menores dosagens de boro reduziram o diâmetro do caule. Segundo Goldbach *et al.* (2007) a função do boro no processo fotossintético ainda é desconhecido, mais a deficiência pode afetar o funcionamento das membranas dos cloroplastos, afetando o transporte de elétrons nos tilacóides resultando em fotoinibição. Outro fato: A redução da área fotossintética da planta afeta as partes vegetativas, diminuindo as taxas fotossintéticas. Em consequência, destes fatos houve redução de desenvolvimento das plantas.

Houve também, redução também no diâmetro do caule nas maiores dosagens, o que pode ser explicado pelo boro retido na cutícula foliar ou o ligado na camada pectínica da parede celular, sem concretizar sua função metabólica, comprometendo assim a redistribuição para a planta.

A análise de variância para a massa de 1000 aquênios (M1000A), massa média dos aquênios por capítulo (MMC) e produtividade (PROD) indicou que MMC e PROD sofreram influência das diferentes dosagens de boro aplicadas na cultura, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, diferente da M1000A que não sofreu influência das doses de boro aplicada (Tabela 2).

Para a massa média dos aquênios por capítulo em função das doses de boro, verificou-se o modelo quadrático, que se ajustou ao modelo polinomial com coeficiente de determinação de 0,868 (Figura 3a). A partir do modelo obtido verificou-se que a dose de aproximadamente 4 kg ha⁻¹ de boro proporcionou máximo valor de massa média de aquênios por capítulo de 48,95 g.

Em seus estudos com a cultura do girassol, em Latossolo Vermelho distroférrico, Foloni *et al.* (2010) verificaram que as doses de B aplicadas somente no sulco de semeadura, independentemente do B foliar, proporcionaram as maiores produções totais de fitomassa da parte aérea vegetal, com influência positiva sobre a massa total de grãos por capítulo.

Lima *et al.*, (2007) relatam que o boro está ligado a estabilidade da parede celular, no crescimento dos meristemas apicais e na permeabilidade das

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis: Massa de 1000 aquênios (M1000A); massa média dos aquênios por capítulo (MMC) e produtividade (PROD) em função das doses de boro na cultura do girassol em Russas, CE, 2010.

FV	GL	QM		
		M1000A	MMC	PROD
Boro	4	41,38403 ^{ns}	256,167*	640419,3*
Bloco	4	79,40 ^{ns}	49,934 ^{ns}	124836,3 ^{ns}
Resíduo	16	46,939	20	50003,93
C.V. (%)		13,391	10,287	10,287

ns- não significativo, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$)

membranas celulares, por isso sua deficiência causa forte comprometimento do crescimento da planta. Ferreira (2012) comenta que essas características, acarretam baixo desempenho fotossintético, o que provavelmente prejudicou os processos que influenciaram a formação e o enchimento de grãos do girassol, no presente estudo.

Observando-se a produtividade, verifica-se que a mesma está diretamente ligada à massa média de aquênios por capítulo. Neste sentido, a produtividade em função das doses de boro, também se ajustou ao modelo polinomial quadrático com coeficiente de determinação 0,864 (Figura 3b). A dose que maximizou a produtividade foi de aproximadamente 4 kg ha⁻¹ de boro obtendo-se uma produtividade de 2442,34 kg ha⁻¹.

Em conformidade com esse trabalho, Oyinlola (2007), avaliando três variedades de girassol em função de doses de boro (0, 4, 8 e 12 kg ha⁻¹ de B), observou efeito significativo para a produtividade. O autor verificou que houve aumento da produtividade até a dose de 8 kg ha⁻¹ onde a partir dessa dose a produtividade passou a decrescer.

Resultados divergentes aos deste estudo também foram encontrados por Caletti e Vázquez-Amábile (2002) que não encontraram incrementos significativos de rendimento frente à adição de boro analisadas (0,21, 0,6 e 3,2 kg ha⁻¹ B) na cultura do girassol, em solos argentinos. Entretanto, em se tratando de produtividade, Lima *et al.*, (2003) relatam que o boro é importante na germinação dos grãos de pólen e no crescimento do tubo polínico, desse modo, sua deficiência leva a um baixo pagamento das flores e má formação dos grãos.

Outro fato a considerar é que o estágio reprodutivo do girassol é mais sensível do que o vegetativo, em condições de baixo suprimento de B no solo (ASAD *et al.*, 2003). Plantas adultas com deficiência de B apresentam capítulos deformados ou com a região central com aquênios chochos, com menor número e/ou peso. Em casos extremos, pode ocorrer a queda do capítulo e conseqüente redução do rendimento.

Na análise de variância observou-se que o teor de óleo dos aquênios (TOA) não se mostrou diferente estatisticamente, em contrapartida o potencial de produção de óleo por área (PPO) apresentou diferença estatística a um nível de 5 % de probabilidade pelo teste F (Tabela 3).

Observou-se que para o TOA, mesmo não havendo diferença significativa, a média do teor de óleo dos

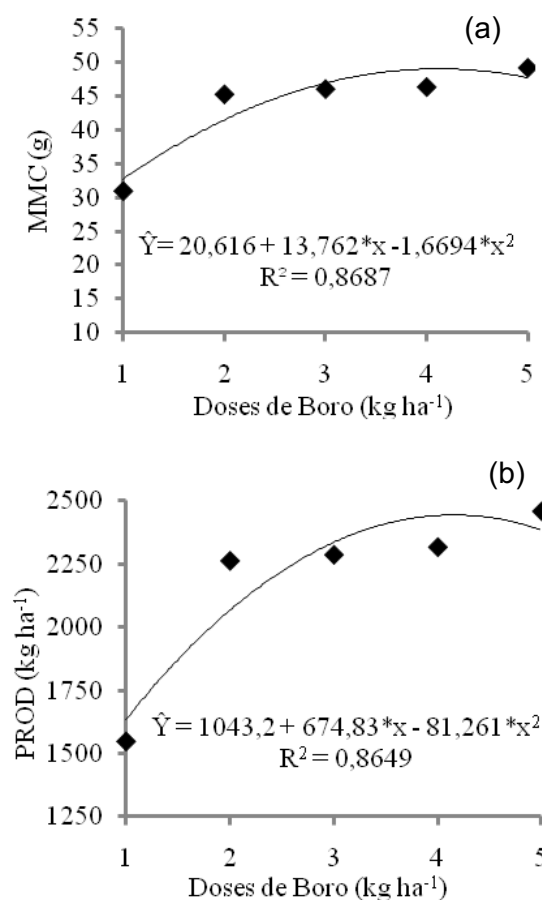


Figura 3 - Massa média aquênios por capítulo (a) e produtividade potencial de aquênios (b) frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar Catissol 01, Russas, CE, 2010

Tabela 3- Resumo da análise de variância para as variáveis: teor de óleo dos aquênios (TOA) e potencial de produtividade de óleo por área (PPO) em função das doses de boro na cultura do girassol em Russas-CE, 2010.

FV	GL	QM	
		TOA	PPO
Boro	4	2,483715 ns	112932.7*
Repetição	3	4,697337 ns	2301,876 ns
Resíduo	12	1,580878	880,6672
CV (%)	-	2,89	3,13

ns- não significativo * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$)

aquênios obtida foi de 43,49% e que a dose de 4 kg ha⁻¹ proporcionou maior teor de óleo dos aquênios com valor de 44,30%.

Em concordância com este trabalho, Bonacin *et al.* (2008) não verificou efeito significativo entre as doses de boro sobre o teor de óleo nas sementes de girassol, alcançando um teor de óleo médio de 35,52 %. Entretanto, resultados divergentes foram verificados por Souza *et al.* (2010), avaliando doses de boro na forma de ácido bórico, na cultura da mamoneira, constatando que o teor de óleo da foi influenciado significativamente pelas doses de B, observando que o teor máximo (53% de óleo na semente) foi obtido com a dose de 1,25 kg ha⁻¹.

Para o potencial de produção de óleo, observa-se que a regressão se comportou de forma a se ajustar a um modelo polinomial quadrática com R² igual a 0,897 (Figura 4) no qual a dose que maximizou a produtividade foi de aproximadamente 4 kg ha⁻¹ de boro obtendo-se uma produção de óleo em 1.076,58 kg ha⁻¹. Do mesmo modo, Oyínlola (2007) relatou que em todos os anos de análise do seu trabalho (1999 a 2002) o efeito das doses de B sobre o teor de óleo de três cultivares de girassol (Record, Isaanka e Funtua) foram significativos.

Bonacin *et al.* (2008) não verificou efeito significativo ($p > 0,05$) entre as doses de boro sobre o teor de óleo nas sementes de girassol, mas obteve uma produtividade de óleo de aproximadamente 908 kg ha⁻¹. Em seus trabalhos, Silva *et al.* (2007) mesmo não encontrando efeito significativo quando avaliava o efeito de doses de boro, observou que os valores médios mostraram uma tendência onde à aplicação de 3 kg ha⁻¹ de boro pode apresentar aumento na produção de óleo em função do aumento da lâmina de água aplicada.

Outra questão é que a utilização de doses superiores de boro pode, possivelmente, promover alterações no comportamento dos potenciais produtivos das cultivares em decorrência de alterações que podem ocorrer na

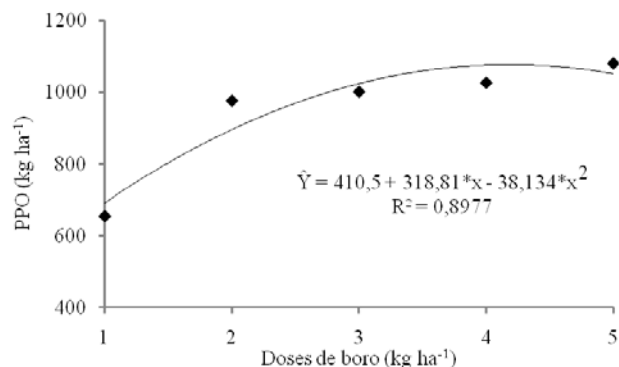


Figura 4 - Produtividade potencial de óleo por área frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar Catissol 01, Russas, CE, 2010.

fisiologia das plantas, proporcionando para a indústria, um bom rendimento de óleo por unidade de área.

Em contrapartida, doses superiores podem causar toxicidade, segundo Dechen e Nachtigall (2006) a toxidez de boro causa efeitos danosos tão grande quanto sua deficiência, sendo a quantidade que separa a toxidez da deficiência de B na planta muito pequena. De acordo com Lange *et al.* (2005) a deficiência de boro causa efeito negativo sobre a concentração de AIA. Esta ocorrência foi verificada por meio através da perda de dominância apical em mamoneiras conduzidas sem a aplicação de boro.

Conclusões

A altura de planta e o diâmetro do caule foram influenciados significativamente pelas doses de boro e pela época de coleta dos dados, mas não pela interação variável versus época de coleta.

A dose de 4 kg ha⁻¹ de boro maximiza a massa média de aquênios, a produtividade potencial de aquênios e o potencial de produção de óleo.

Literatura científica citada

- ASAD, A.; BLAMEY, F. P. C.; EDWARDS, D. G. Effects of boron foliar application on vegetative and reproductive growth of sunflower. *Annals of Botany*, v. 92, n. 4, p. 565-570, 2003.
- BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C. **Colheita do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1995. 25p (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 92).
- BONACIN G. A.; RODRIGUES, T de J. D.; CRUZ M. C. P. da; 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, 2008.

- CALETTI, M. J.; VÁZQUEZ-AMÁBILE, G. Evaluación del efecto de la fertilización con boro para híbridos de girassol en suelos Haplustoles Énticos de Gral. Pico, Departamento de Maracó, Prov. de La Pampa. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.22, n.1, p.45-49, 2002.
- CARVALHO, D. B. de. Análise de crescimento de girassol em sistema de semeadura direta. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v.2, p.63-70, 2004.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. **Micronutrientes**. In: FERNANDES, M.F. (ed). Nutrição Mineral de Plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.327-354.
- EMBRAPA – Centro nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **Sistema de produção de informação – SPI**, 1999. 412p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Andrei, 2004, 403p.
- 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. **Journal Bioscience**, v. 26, n. 2, p. 273-280, 2010.
- FURLANI, A. M. C. **Nutrição mineral**. In: KERBAUY, G.B. (ed). Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p.40-75.
- GOLDBACH, H. E.; HUANG, L.; WIMMER, M. A. **Boron functions in plants and animals: recent advances in boron research and open questions**: In XU, F. et al (eds). advances in plant and animal boron nutrition. Wuhan: Springer, 2007. P. 3 - 25.
- KAPPES, C.; GOLO, A. L.; CARVALHO, M. A. C. de; Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agrônômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agrária**, v.9, n.3, 291 - 297, 2008.
- LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C. Micronutrient deficiency effect on the nutritional status of the castor bean cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.1, p.61-67, jan. 2005.
- LIMA, D. M.; CUNHA, R. L. da; PINHO, E. V. R.V.; GUIMARÃES, R.J. Efeito da adubação foliar no cafeeiro, em sua produção e na qualidade fisiológica de sementes. **Ciência Agrotécnica**. Edição Especial, p. 1499-1505, 2003.
- LIMA, J. C. P. de S.; NASCIMENTO, C. W. A. do; LIMA, J. G. da C. ; LIRA JUNIOR, M. de A. Níveis críticos e tóxicos de boro em solos de Pernambuco em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 73-79, 2007.
- LEITE, R. C.; CASTRO. C. Girassol: uma opção para a diversificação no sistema de rotação e produção de biocombustíveis. **Revista Plantio Direto**, edição 93, maio/junho de 2006. Disponível em: http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=716. Acesso em: 11 de jun 2013.
- NEZAMI, A.; KHAZAEI, H. R.; BOROUMANDREZAZADEH, Z.; HOSSEINI, A. Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus*) in controlled conditions. **Desert**, Tehran, v. 1, p. 99-104, 2008.
- OYINLOLA, E. Y. Effect of boron fertilizer on yield on oil content of three sunflower cultivars in the Nigerian savanna. **Journal of Agronomy**, v. 6, n. 3, p. 421 – 426, 2007.
- SAEG. **SAEG: Sistema para análises estatísticas**, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.
- 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.
- SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. In: DELL. B.; BELL, W. (Ed.). *Boron in soils and plants: reviews*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, p.121-148, 1997.
- 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. L. O. E. ; FARIA, M. A. de; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P. C. ; LIMA, E. M de 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, T. A. F. de; RAPOSO, R. W. C.; DANTAS, A. J. de A.; SILVA, C. V. e; NETO, A. D. G.; SANTOS, L. C. N. dos; ARAUJO, R. C. de A.; RODRIGUES, H. R. N.; ANDRADE, D. A. de; MEDEIROS, D. A.; DIAS, J. A.; SILVA, E S da; LIMA, G. K.; LUCENA, E. H. L. de; PRATES, C. DAS. F. Produtividade e teor de óleo da mamoneira em função da aplicação de N e B. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, **Anais...** João Pessoa, PB – 2010. Disponível em: <<http://www.cbmamona.com.br/pdfs/FER-47.pdf>>. Acesso em: 17 Out 2013
- 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.