

EFEITOS DA GESSAGEM E DA ADUBAÇÃO BORATADA SOBRE OS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA CULTURA DO AMENDOIM

José Salvador Simoneti Foloni¹; Alexandrius de Moraes Barbosa^{2*}; Tiago Aranda Catuchi²; Juliano Carlos Calonego²; Carlos Sérgio Tiritan²; Júlio Cesar Dominato²; José Eduardo Creste²

SAP 11419 Data envio: 24/02/2015 Data do aceite: 26/03/2015
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 202-208, 2016

RESUMO - O cultivo do amendoim normalmente é realizado em áreas de renovação de canavial, cujos solos comumente apresentam-se exauridos após os sucessivos cortes de cana, sendo que a exaustão é mais intensa em solos arenosos tropicais, acarretando em baixos teores de cátions básicos (Ca) e micronutrientes (B). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da gessagem e da adubação boratada sobre os componentes de produção da cultura do amendoim. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, nas parcelas foram realizadas gessagem em superfície na quantidade de 0; 0,5; 1,0 e 2,0 Mg ha⁻¹, e nas sub-parcelas foram realizadas pulverizações foliares com 0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg ha⁻¹ de B com a fonte ácido bórico. Aos 122 dias após a semeadura no estágio de maturação fisiológica dos grãos foi avaliada a produtividade de vagens e de grãos, o rendimento (%), número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos. Não houve efeitos significativos da aplicação de gesso agrícola em superfície sobre os componentes de produção do amendoim. A adubação boratada promoveu incrementos sobre o número de vagens por planta, produtividade de vagens e produtividade de grãos, sendo que os melhores desempenhos produtivos do amendoim se deram com as doses entre 1,0 e 1,1 kg ha⁻¹ de B.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea*, cálcio, boro.

EFFECTS OF GYPSUM APPLICATION AND FERTILIZATION WITH BORON ON THE YIELD COMPONENTS OF PEANUT

ABSTRACT - The cultivation of peanut is usually carried out in sugarcane renovation area, where soils commonly present depleted after successive sugarcane cultivation and the exhaust is more intense in tropical sandy soils, resulting in low basic cations (Ca) and micronutrients (B). In this context, the aim of this study was to evaluate the effects of gypsum and fertilization with boron on yield components of peanut. The experimental design was a randomized block, with treatments arranged in split-plot, the plots were made gypsum surface in the amount of 0; 0.5; 1.0 and 2.0 ton ha⁻¹, and the subplot foliar applications of boron, in doses of 0; 0.5; 1.0 and 2.0 kg ha⁻¹. At 122 days after sowing in the physiological maturity of the grains were evaluated pod yield and grain yield, percentage of yield, number of pods per plant, number of seeds per pod and weight of 100 grains. There were no significant effects of the application of gypsum surface on peanut yield components, already borated fertilization promoted increases on the number of pods per plant, pod yield and grain yield, and the best productive performance of peanut was given at doses between 1.0 and 1.1 kg ha⁻¹ B.

Key words: *Arachis hypogaea*, calcium, boro.

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 87% da área cultivada de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no Brasil é realizada na primeira safra (setembro/outubro) e o estado de São Paulo é o maior produtor nacional, com participação de 91% na produção. O cultivo de amendoim no estado de São Paulo é realizado principalmente em áreas de renovação de canavial (BOLONHEZI et al., 2005; CONAB, 2012), cujos solos comumente apresentam-se exauridos após os sucessivos cortes da cana, com baixos teores de cátions básicos (Ca, Mg e K) e micronutrientes, principalmente nos de texturas mais arenosas (DEMATTÊ, 2005).

Para se alcançar elevadas produtividades na cultura do amendoim, é fundamental que haja expressiva oferta de cálcio (Ca) na camada do solo onde ocorre a formação das estruturas reprodutivas (ginóforos e vagens). Na zona de desenvolvimento dos frutos, a necessidade de Ca é grande, sendo este, o terceiro nutriente mais absorvido pela cultura, precedido apenas pelo N e K (RODRIGUES FILHO et al., 1986). Sua deficiência diminui o índice de fertilidade das flores, reduz o número de ginóforos formados e forma vagens chochas (TASSO JÚNIOR et al., 2004).

¹Embrapa Soja, Área de manejo do solo e da cultura, Rodovia Carlos João Strass, Acesso Orlando Amaral, Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: salvador.foloni@cnpsa.embrapa.br

²Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal, Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE. E-mail: alexandriusmb@yahoo.com.br. *Autor para correspondência

No caso específico do amendoim, há absorção direta do Ca pelas vagens em formação submersas no solo (NOGUEIRA; TÁVORA, 2005; BOLONHEZI et al., 2005). Nesse sentido, são recorrentes as afirmações de que as respostas positivas do amendoim a corretivos do solo estão ligadas principalmente ao fornecimento de Ca às vagens submersas, visto que esta oleaginosa apresenta tolerância expressiva à acidez do solo (NAKAGAWA et al., 1993; CRUSCIOL et al., 2000; NOGUEIRA; TÁVORA, 2005; BOLONHEZI et al., 2005).

Tanto a calagem como a gessagem fornecem Ca suficiente para garantir a produtividade (FARINELLI; LOBODA, 2005), porém, dependendo das condições do solo, o gesso pode disponibilizar Ca prontamente disponível para a cultura, pois o principal tipo de gesso disponível no Brasil é o fosfogesso, sendo seu principal constituinte o sulfato de Ca, estando este nutriente na forma de Ca^{2+} , o que promove o aumento dos teores de Ca nas plantas em maiores proporções do que os observados quando são utilizadas quantidades equivalentes de carbonato de Ca, forma de Ca presente no calcário (RAIJ, 2008). Estudos já revelaram efeitos positivos da gessagem sobre os componentes de produção do amendoim, resultando em maior produtividade das vagens (FARINELLI; LOBODA, 2005).

Paralelamente, outro nutriente que pode limitar a produtividade da cultura do amendoim cultivado em áreas de renovação de canaviais, em solos de textura arenosa, é o boro (B). A deficiência de B no solo constitui uma séria limitação para o desenvolvimento de diversas culturas de interesse econômico, em razão da baixa fertilidade natural de alguns solos, da maior remoção pelas colheitas e do uso

crescente e continuado de fertilizantes e de corretivos, que contribuem para insolubilização de micronutrientes (SOARES et al., 2008). O B participa de vários processos fisiológicos da planta, e a sua deficiência reduz o transporte de açúcares, a síntese da parede celular, a lignificação, o metabolismo de carboidratos e a integridade da membrana celular (YAMADA, 2000), e ainda, a deficiência de B pode reduzir a taxa de florescimento das culturas, pois atua na germinação de grãos de pólen e no crescimento do tubo polínico (PRADO, 2008). Recentemente, resultados controversos foram observados em relação à adubação boratada. Calonego et al. (2010) não observaram efeito do B na cultura da soja, porém, Mantovani et al. (2013) constataram incrementos na produtividade do amendoim com o uso do B via foliar.

Com base nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da gessagem e da adubação boratada sobre os componentes de produção e produtividade da cultura do amendoim.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em lavoura comercial de amendoim na safra de verão 2007/2008, instalada para rotação de culturas em talhão de cana submetido à reforma, pertencente à usina Unialco, em Guararapes, SP. A área experimental foi localizada a 21° 20' 19" Sul, 50° 35' 03" Oeste e 477 m de altitude, em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico de textura média (EMBRAPA, 2006). Na Figura 1 estão apresentados os dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima ocorridos no decorrer da condução do experimento.

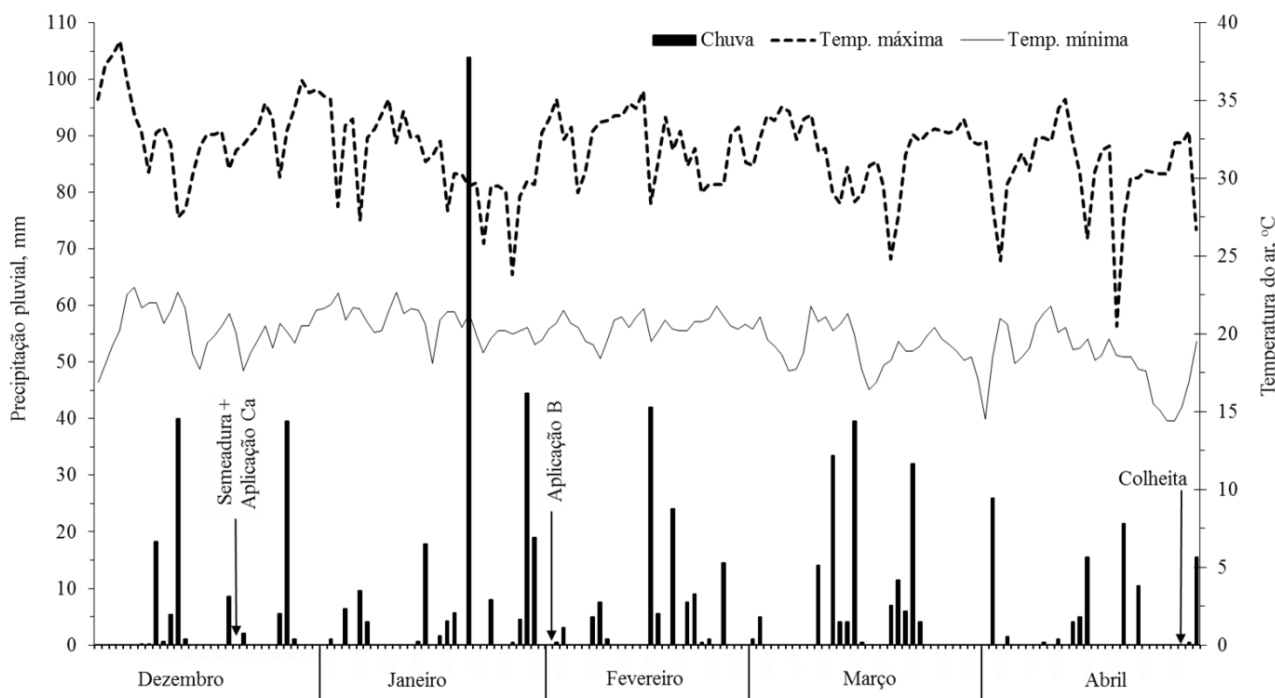


FIGURA 1 - Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas diárias ocorridas durante dezembro/2007 a abril/2008, no decorrer da condução do experimento, em Guararapes, SP. Informações fornecidas pela usina Unialco.

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com quatro repetições, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, da seguinte forma: nas parcelas foram realizadas aplicações superficiais em área total de 0; 0,5; 1,0 e 2,0 Mg ha⁻¹ de gesso agrícola, no mesmo dia da semeadura do amendoim; e nas sub-parcelas foram feitas pulverizações foliares com 0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg ha⁻¹ de B aos 34 dias após emergência (D.A.E.) das plantas (início do florescimento) com a fonte ácido bórico (H₃BO₃). As sub-parcelas foram constituídas por seis linhas de lavoura com 6 m de comprimento (28,8 m²), e a área útil das mesmas foi demarcada com as quatro linhas centrais com 4 m de comprimento (12,8 m²), deixando-se as extremidades como bordadura.

Em julho de 2007, após o último corte da cana, foram realizadas amostragens do solo para análise química (QUAGGIO; RAIJ, 2001) e granulométrica (EMBRAPA, 1997), com os seguintes resultados para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente: pH (CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹) 4,8 e 4,6; 11,0 e 8,0 g dm⁻³ de M.O.; 3,0 e 1,0 mg dm⁻³ de P resina; 38 e 43 mmolc dm⁻³ de H⁺Al; 1,3 e 0,7 mmolc dm⁻³ de K; 7,0 e 4,0 mmolc dm⁻³ de Ca; 3,0 e 1,0 mmolc dm⁻³ de Mg; 11,0 e 8,0 mmolc dm⁻³ de SB; 49 e 51 mmolc dm⁻³ de CTC; saturação por bases (V) de 22% e 16%; 3,0 e 9,0 mg dm⁻³ de S-SO₄; 1,3 e 2,5 mg dm⁻³ de Mn; 20 e 28 mg dm⁻³ de Fe; 0,8 e 1,5 mg dm⁻³ de Cu; 0,7 e 1,3 mg dm⁻³ de Zn; 0,18 e 0,22 mg dm⁻³ de B; 705 e 680 g kg⁻¹ de areia; 85 e 90 g kg⁻¹ de silte; 210 e 230 g kg⁻¹ de argila.

Em setembro de 2007, a soqueira de cana foi submetida ao preparo convencional do solo com aração e gradagem, e fez-se calagem incorporada a 0-20 cm de profundidade com calcário dolomítico para elevar a saturação por bases a 60%, conforme recomendações para a cultura da cana-de-açúcar (VITTI et al., 2013). Em seguida, a área permaneceu em pousio até meados de dezembro de 2007.

Em 20/12/2007, após gradagem niveladora, fez-se a semeadura da cultivar de amendoim IAC Runner 886, do grupo rasteiro e tardio. Utilizou-se nesta operação uma semeadora-adubadora tratorizada com espaçamento entrelinhas de 0,80 m, 18 sementes viáveis m⁻¹ de linha e 370 kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK 04-30-10, cujas doses de P₂O₅ e K₂O foram baseadas nas recomendações de Quaggio e Godoy (1997).

O manejo fitossanitário foi realizado com base nas indicações de Gallo et al. (2002) e Barreto (2005). Fez-se monitoramento periódico de pragas, doenças e plantas daninhas, e quando necessário, foram utilizados produtos fitossanitários a partir de critérios de nível de dano econômico.

Aos 34 D.A.E., em 01/02/2008, no início do florescimento do amendoim, foi realizada uma adubação foliar em todas as unidades experimentais com 50 g Mo ha⁻¹, 553 g Mn ha⁻¹, 471 g Zn ha⁻¹ e 512 g Cu ha⁻¹, a partir das fontes (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, MnSO₄.3H₂O, ZnSO₄.7H₂O e CuSO₄.5H₂O, respectivamente, baseada nas recomendações de Galvão (2004). Nesta mesma ocasião, foram aplicados separadamente os tratamentos experimentais relativos à adubação boratada foliar, a partir

da fonte ácido bórico (H₃BO₃). Foi utilizado um pulverizador manual de precisão, pressurizado a CO₂, munido de barra com quatro ponteiros modelo XR 110.03-VS espaçadas a 0,50 m. O equipamento foi manuseado à pressão constante de 440 KPa e consumo de calda de 380 L ha⁻¹. No decorrer das pulverizações, a umidade relativa do ar encontrava-se acima de 60%, a temperatura entre 20 a 22 °C e a velocidade do vento compatível com a operação.

Aos 122 D.A.E., em 28/04/2008, foi realizada a colheita manual das unidades experimentais quando aproximadamente 70% a 80% das vagens encontravam-se no estágio de maturação fisiológica dos grãos, definido a partir de amostragens e determinações visuais. No mesmo dia da colheita, fez-se a contagem de todas as plantas de amendoim existentes na área útil das sub-parcelas, permitindo calcular a densidade populacional final da lavoura. Em seguida, foi realizado o arranquio manual e enleiramento das plantas para secagem a campo. Após cinco dias do arranquio, fez-se a trilhagem e abanação das vagens para retirada de impurezas.

Todas as vagens colhidas na área útil das sub-parcelas foram pesadas, e fizeram-se amostragens para determinação da umidade do amendoim em casca (BRASIL, 1992). Em seguida, fez-se o cálculo da produtividade de vagens com teor de água corrigido a 9% (CRUSCIOL; SORATTO, 2007). Foram amostradas 400 vagens ao acaso por sub-parcela, pesadas e descascadas, para determinação do número de vagens por planta e número de grãos por vagem (FERNANDES; ROSELEM, 1999; CRUSCIOL et al., 2000).

As vagens foram submetidas ao descascamento em trilhadora manual, e determinou-se a massa de grãos. O rendimento de grãos foi definido mediante a relação da massa de grãos/massa de vagens. Foram coletadas amostras para determinação da massa de 100 grãos (BRASIL, 1992). Calculou-se a produtividade de grãos com teor de água corrigido a 13%.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e foram julgados a 5% de probabilidade pelo teste F. Quando houve significância estatística, fez-se uso do teste de Tukey a 5% de probabilidade. As respostas das variáveis analisadas em função das doses de B e de gesso foram submetidas à análise de regressão, sendo ajustados modelos lineares ou quadráticos significativos a 5% de probabilidade pelo teste F através do programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância dos resultados obtidos, verificou-se interação significativa entre as doses de gesso e de boro apenas para a produtividade de grãos, número de vagens por planta e massa de 100 grãos (Tabela 1). A produtividade de vagens foi influenciada de forma quadrática pela adubação boratada via foliar, com a produtividade máxima estimada de 4.671 kg ha⁻¹ utilizando-se a dose, também estimada, de 1,1 kg ha⁻¹ de B.

TABELA 1. Resultados de produtividade de vagens e de grãos, rendimento de grãos após o descascamento, número de vagens planta⁻¹, número de grãos vagem⁻¹ e massa de 100 grãos da cultivar de amendoim IAC Runner 886 em razão da aplicação de doses de gesso na semeadura da lavoura, e da pulverização foliar com doses de B no início do florescimento.

Tratamento	Produt. vagens (kg ha ⁻¹)	Produt. grãos (kg ha ⁻¹)	Rendimento (%)	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹	Massa 100 grãos (g)
Gessagem (Mg ha⁻¹)						
0	3.995 ^{ns}	2.645 ^{ns}	65,67 ^{ns}	22,41 b	1,60 ^{ns}	64,27 ^{ns}
0,5	3.900	2.483	63,31	22,17 b	1,49	65,01
1,0	3.965	2.655	66,96	26,55 a	1,42	60,60
2,0	4.030	2.633	65,17	25,90 ab	1,38	62,29
B foliar (kg ha⁻¹)						
0	3.611	2.311	63,76	21,09	1,53	60,98
0,5	4.137	2.711	65,51	25,05	1,49	63,69
1,0	4.237	2.889	67,52	25,62	1,50	63,51
2,0	3.906	2.506	64,31	25,26	1,36	63,98
Regressão	(1)	(2)	ns	(3)	ns	ns
Causa da variação ----- F calculado -----						
Gessagem	0,3 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,8 ^{ns}	7,3 ^{**}	2,5 ^{ns}	1,8 ^{ns}
B foliar	4,1 [*]	7,4 ^{**}	2,1 ^{ns}	6,7 ^{**}	1,5 ^{ns}	1,5 ^{ns}
Gessagem x B	1,3 ^{ns}	2,7 [*]	2,0 ^{ns}	2,8 [*]	0,5 ^{ns}	2,2 [*]
CV parcela (%)	10,7	11,4	5,6	14,9	16,3	9,5
CV sub-parcela (%)	13,9	14,3	7,4	13,6	16,6	7,2

Médias seguidas de mesma letra, na coluna para o fator Gessagem, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e **: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ^{ns}: não significativo. (1) $\hat{y} = -1164,5x^2 + 2463,5x + 3368,5$ (R² = 0,93*); (2) $\hat{y} = -465,92x^2 + 1037,1x + 2341,9$ (R² = 0,99**); (3) $\hat{y} = -1,9225x^2 + 5,912x + 22,471$ (R² = 0,99*). Equações de regressão calculadas a partir da média das doses de Gessagem em cada ponto das doses de boro (B).

No desdobramento da interação entre doses de gesso e doses de B, verificou-se que a produtividade de grãos teve comportamento quadrático em função da adubação boratada apenas nas doses 0 e 2,0 Mg ha⁻¹ de gesso, com maiores produtividades nas doses estimadas de 1,07 e 1,10 kg ha⁻¹ de B, respectivamente, resultando em produtividades de grãos de, aproximadamente, 3.270 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Nas doses de 0,5 e 1,0 Mg ha⁻¹ de gesso não houve resposta às doses de B, com produtividades médias de grãos de 2.483 e 2.655 kg ha⁻¹, respectivamente.

No desdobramento da interação entre os fatores gessagem e B para número de vagens planta⁻¹, verificou-se, assim como para a produtividade de grãos, resposta quadrática à aplicação de B nas doses de 0 e 2,0 Mg ha⁻¹ de gesso, com maiores números de vagens por planta com as doses estimadas de 1,08 e 1,31 kg ha⁻¹ de B, respectivamente, com produção de 27 vagens planta⁻¹, aproximadamente. Já com a dose de 1,0 Mg ha⁻¹ de gesso, a resposta da adubação boratada sobre o número vagens planta⁻¹ foi linear crescente. Porém, na ausência de gesso não houve resposta dessa variável à dose de B aplicada via foliar, com produção média de 22 vagens planta⁻¹.

As repostas às doses de gesso dentro de cada nível de B também estão apresentadas na Tabela 2. Para a produtividade de grãos verificou-se efeito das doses gesso apenas na dose de 1,0 kg ha⁻¹ de B, com maior

produtividade obtida na ausência de gesso, não diferindo, da dose de 2,0 Mg ha⁻¹. Inclusive, nesse tratamento, com 1,0 kg ha⁻¹ de B sem aplicação de gesso, obteve-se a maior produtividade de grãos em relação aos demais tratamentos, 3.546 kg ha⁻¹, o que deixa claro não haver a necessidade de gessagem em superfície para suplementação de Ca, em área calcariada, desde que se forneça B via foliar na dose de 1,0 kg ha⁻¹.

Em geral, observou-se resposta do gesso na cultura do amendoim apenas para a variável número de vagens planta⁻¹, com maiores valores observados nas doses de 1,0 e 2,0 Mg ha⁻¹ de gesso, entretanto, este não se refletiu significativamente na produtividade de grãos, sendo que na ausência ou com aplicação de 2,0 Mg ha⁻¹ de gesso, as produtividades de vagens ou grãos foram similares. Estas resposta corroboram com Caires et al. (1998; 2004), que avaliaram a aplicação de gesso em superfície na cultura da soja e do milho e não observaram incrementos na produtividade. Soratto et al. (2008) estudaram o efeito da gessagem aplicada superficialmente no sistema plantio direto nas culturas da soja e do guandu, e verificaram que o efeito da aplicação de gesso ocorreu apenas 12 meses após a aplicação.

O número de vagens planta⁻¹ na dose 0 kg ha⁻¹ de B foi maior com a dose de 1,0 Mg ha⁻¹ de gesso. Na dose de 1,0 kg ha⁻¹ de B, ocorreu maior número de vagens

plantas⁻¹ com a dose de 2,0 Mg ha⁻¹ de gesso, não diferindo da dose de 0 e 1,0 mg ha⁻¹. Já na dose de 2,0 kg ha⁻¹ de B,

o maior valor desta variável foi observado na dose de 1,0 mg ha⁻¹, que não diferiu da dose de 2,0 Mg ha⁻¹.

TABELA 2. Desdobramento dos resultados de produtividade de grãos, número de vagens/planta e massa de 100 grãos da cultivar de amendoim IAC Runner 886 em razão da aplicação doses de gesso na semeadura da lavoura, e da pulverização foliar com doses de B no início do florescimento.

Gessagem (Mg ha ⁻¹)	B foliar (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão
	0	0,5	1,0	2,0	
Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)					
0	2.182 a	2.548 a	3.546 a	2.305 a	$\hat{y} = -1068,6x^2 + 2292x + 2042,5$ (R ² = 0,79**)
0,5	2.324 a	2.726 a	2.456 b	2.425 a	$\hat{y} = \bar{y} = 2483$ (ns)
1,0	2.466 a	2.755 a	2.625 b	2.772 a	$\hat{y} = \bar{y} = 2655$ (ns)
2,0	2.270 a	2.815 a	2.927 ab	2.521 a	$\hat{y} = -561,86x^2 + 1237,1x + 2288,5$ (R ² = 0,98**)
Nº vagens planta ⁻¹					
0	17,45 b	24,62 a	27,27 ab	20,29 c	$\hat{y} = -8,462x^2 + 18,323x + 17,48$ (R ² = 0,99**)
0,5	19,50 b	24,64 a	21,63 b	22,92 bc	$\hat{y} = \bar{y} = 22,17$ (ns)
1,0	25,86 a	24,19 a	25,40 ab	30,75 a	$\hat{y} = 0,0028x + 24,13$ (R ² = 0,72*)
2,0	21,56 b	26,76 a	28,17 a	27,10 ab	$\hat{y} = -4,1833x^2 + 11x + 21,763$ (R ² = 0,98*)
Massa de 100 grãos (g)					
0	61,20 Aa	62,49 Aa	65,14 Aa	68,24 Aa	$\hat{y} = 0,0036x + 61,10$ (R ² = 0,99*)
0,5	62,14 Aa	63,82 Aa	65,24 Aa	68,84 Aa	$\hat{y} = 0,0033x + 62,09$ (R ² = 0,99*)
1,0	57,86 ABa	65,28 Aa	63,21 ABa	55,63 Bb	$\hat{y} = -8E-6x^2 + 0,014x + 58,48$ (R ² = 0,93**)
2,0	62,70 Aa	63,15 Aa	60,06 Aa	63,23 Aab	$\hat{y} = \bar{y} = 62,29$ (ns)

* e **: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns: não significativo. Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (1) Equações de regressão para o desdobramento de doses de boro (B) dentro de cada nível de gessagem

Farinelli e Loboda (2005) observaram que o número de vagens planta⁻¹ e a produtividade de grãos de amendoim aumentaram com aplicação de gesso como fonte de Ca, na dose de 200 a 300 kg ha⁻¹, trinta dias após a semeadura. Todavia, diversos trabalhos já evidenciaram os efeitos positivos da gessagem aplicadas superficialmente sobre as características químicas do solo, promovendo incremento nos teores de Ca nas camadas superficiais do solo, bem como, promovendo a redução dos teores de Al trocável em todas as profundidades (CAIRES et al., 2003; SORATTO et al., 2008).

A baixa resposta dos componentes de produção do amendoim observados neste trabalho pode estar relacionada ao fato de que a calagem realizada no momento do preparo do solo, forneceu Ca suficiente para o crescimento da cultura. Crusciol et al. (2000) observaram baixa resposta do amendoim ao Ca em solos com teor de Ca e saturação por base considerada média. E ainda segundo Cox et al. (1982), as plantas de amendoim apresentam relativa tolerância à acidez do solo, por isso, muitas vezes não são observadas respostas da cultura ao fornecimento de Ca.

Com relação à adubação boratada no início do florescimento do amendoim, observaram-se respostas positivas na dose de 1,0 a 1,5 kg ha⁻¹ de B, sobre o número de vagens planta⁻¹, que repercutiu em maior produtividade

de grãos e vagens. Mantovani et al. (2013) também observaram resposta positiva na produtividade de vagens de amendoim com aplicação de 1,5 kg ha⁻¹ de B, parcelada em três aplicações (V1, R1 e R5), sendo que a aplicação de 2,0 kg ha⁻¹ de B reduziu significativamente a produtividade de vagens, rendimento e número de vagens planta⁻¹, mesmo com o parcelamento da dose.

O maior número de vagens planta⁻¹, no presente estudo, proporcionado pela aplicação de B no florescimento, está relacionado à função deste nutriente no metabolismo vegetal, que atua no processo fisiológico de germinação de grãos de pólen e no crescimento do tubo polínico (PRADO, 2008). O B aumenta o pegamento de flores, a granação e ainda causa menor esterilidade masculina e menor chochamento de grãos (MALAVOLTA et al., 1997). A maior produtividade de grãos e vagens com a adubação boratada é reflexo do aumento da produtividade de vagens planta⁻¹, além do B promover a translocação de fotoassimilados entre as folhas e os grãos, promove maiores ganhos de produtividade (YAMADA, 2000).

Respostas positivas de várias culturas à adubação boratada, que é a principal fonte de matéria orgânica para as plantas, tem sido observadas, principalmente em solos tropicais, que normalmente são solos arenosos e pobres em matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 1996). Além disso, a

maioria dos cultivos de amendoim é realizada em área de renovação de canavial, onde geralmente os níveis de B do solo são baixos, em razão da forte exaustão promovida pelas sucessivas colheitas da cana-de-açúcar (MANTOVANI et al., 2013). Além do que, plantas dicotiledôneas são mais exigentes em B, fato este relacionado à maior produção de metabólitos secundários, sendo que o rendimento máximo das dicotiledôneas é alcançado com doses próximas de 2,0 kg ha⁻¹ de B (GRAHAM, 1983).

A adubação boratada foliar pode se tornar uma importante estratégia no manejo da cultura do amendoim, em vista de que, as quantidades utilizadas são relativamente baixas e aplicação do B via foliar possibilita maior uniformidade por unidade de área e respostas mais rápidas quando as lavouras encontram-se em fases avançadas de seu desenvolvimento, sendo possível corrigir eventuais deficiências à curto prazo (VOLKWEISS, 1991).

Entretanto, apesar do B ter importante participação no pegamento de vagem e crescimento de ginóforo, seu uso realizado de maneira isolada, sem o correto fornecimento de Ca, pode não proporcionar efeitos positivos sobre o rendimento da cultura, em vista de que o Ca é importante para o desenvolvimento do sistema radicular e está diretamente relacionado na quantidade e qualidade dos frutos. Durante a frutificação, as necessidades de Ca são altas, e este elemento é absorvido pelas raízes, ginóforos e cascas dos frutos em formação, as quais são formadas por pectatos de Ca. A deficiência de Ca no solo diminui o índice de fertilidade das flores, reduz o número de ginóforos formados e forma vagens chochas (TASSO JÚNIOR et al., 2004).

Nesse sentido, a gessagem se constitui em uma importante fonte de Ca rapidamente disponível (WALKER, 1975). Farinelli e Loboda (2005), estudando o efeito da aplicação de gesso agrícola na cultura do amendoim, concluíram que o fornecimento de gesso agrícola em cobertura, no início do florescimento, em área previamente calcariada e com alto teor de Ca no solo influenciou positivamente no número de vagens planta⁻¹, massa de 100 grãos, rendimento e produtividade de vagens do amendoim.

CONCLUSÕES

Com a aplicação de B via foliar no amendoim em doses entre 1,0 e 1,1 kg ha⁻¹, obtém-se os melhores desempenhos produtivos do amendoim, com máxima produtividade de vagens, independente da dose de gesso, e com máxima produtividade de grãos, com doses de 0 e 2,0 Mg ha⁻¹ de gesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWALA, S.C.; SHARMA, P.N.; CHATTERJEE, C.; SHARMA, C.P. Development and enzymatic changes during pollen development in boron deficient maize plants. *Journal Plant Nutrition*, v.3, p.329-336, 1981.

BARRETO, M. Doenças do amendoim. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.) *Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas*. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.65-72.

BOLONHEZI, D.; SANTOS, R.C.; GODOY, I.J. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R.C. (Ed.) *O agronegócio do amendoim no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p.193-244.

BRASIL. Ministério de Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1992. 365p.

CAIRES, E.F.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.22, p.27-34, 1998.

CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.27, p.275-286, 2003.

CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.125-136, 2004.

CALONEGO, J.C.; OCANI, K.; OCANI, M.; SANTOS, C.H. Adubação boratada foliar na cultura da soja. *Colloquium Agrariae*, Presidente Prudente, v.6, n.2, p.20-26, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sexto levantamento, março de 2012**. Brasília: CONAB, 2012. 35p.

COX, F.R.; ADAMS, F.; TUCKER, B.B. Liming, fertilization and mineral nutrition. In: PATTEE, H.E.; YOUNG, C.T. (Ed.). *Peanut Science and Technology*. Yoakum: APRES, 1982, p.139-163.

CRUSCIOL, C.A.C.; LAZARINI, E.; GOLFETO, A.R.; SÁ, M.E. Produtividade e componentes da produção do amendoim da seca em razão da época de semeadura da aplicação de cálcio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.8, p.1549-1558, 2000.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, p.1553-1560, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análises do solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 312p.

FARINELLI, R.; LOBODA, M.S. Efeito da aplicação de gesso agrícola no comportamento da cultura do amendoim. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v.15, n.2, p.1-20, 2005.

FERNANDES, E.M.; ROSOLEMI, C.A. Produtividade de amendoim em função da calagem e do método de secagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.1, p.11-20, 1999.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analyses system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GALRÃO, E.Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004, p.185-226.

GRAHAM, R.D. Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. *Advances in Boanical Research*. v.10, p.221-276, 1983.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo, 1997. 319p.

MANTOVANI, J.P.M.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. *Revista Ceres*, Viçosa, v.60, n.2, p.270-278, 2013.

NAKAGAWA, J.; NAKAGAWA, J.; IMAIZUMI, I.; ROSSETTO, C.A.V. Efeitos de fontes de fósforo e da calagem na produção de amendoim. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.4, p.421-431, 1993.

NOGUEIRA, R.J.M.; TÁVORA, F.J.A.F. Ecofisiologia do amendoim. In: DOS SANTOS, R.C. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p.71-122.

OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.;

Efeitos da gessagem e da adubação boratada...

FOLONI, J. S. S. et al. (2016)

- STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Eds.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996, p.301-52.
- PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: UNESP, 2008, 408p.
- QUAGGIO, J.A.; GODOY, I.J. Amendoim. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico; Fundação IAC, 1997. p.192.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B.V. Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total. In: RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001, 285p.
- RAIJ, B.V. **Gesso na agricultura**. Informações Agronômicas n.122. Potafós, jun. 2008.
- RODRIGUES FILHO, F.S.O.; GODOY, I.J.; FEITOS, A.C.T. Acúmulo da matéria seca e nutrientes em plantas de amendoim cultivar Tatui-76. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.10, p.61-66, 1986.
- SOARES, M.R.; CASAGRANDE, J.C.; ALLEONI, L.R.F. Adsorção de boro em solos ácidos em função da variação do pH. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.111-120, 2008.
- SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.675-688, 2008.
- TASSO JUNIOR, L.C.; MARQUES, M.O.; NOGUEIRA, G.D.E.A. **A cultura do amendoim**. Jaboticabal, 2004. 220p.
- VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C.; ALTRAN, W.S. Nutrição e adubação. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2013, p.49-74.
- VOLKWEISS, S.J. Fontes e métodos de aplicação. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1991, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP, 1991. p.391-412.
- YAMADA, T. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? **Informações Agronômicas n.90**. Potafós, jun. 2000.
- WALKER, M.E. Calcium requirements for peanut. **Soil Science Plant Analysis**, v.6, n.3, p.229-313, 1975.