

**CALCÁRIO E GESSO NA SEMEADURA DO AMENDOIM
COMBINADOS COM ADUBAÇÃO BORATADA FOLIAR**

JÚLIO CÉSAR DOMINATO

**CALCÁRIO E GESSO NA SEMEADURA DO AMENDOIM
COMBINADOS COM ADUBAÇÃO BORATADA FOLIAR**

JÚLIO CÉSAR DOMINATO

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Creste

635.659 6 D671c	<p>Dominato, Júlio César. Calcário e gesso na semeadura do amendoim combinados com adubação boratada foliar / Júlio César Dominato – Presidente Prudente, 2010. 32 p.: il.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE: Presidente Prudente – SP, 2010. Bibliografia</p> <p>1. Amendoim. 2. Calcário. 3. Gesso. 3. Boro. 4. Adubação Foliar. I. Título.</p>
--------------------	---

JÚLIO CÉSAR DOMINATO

**CALCÁRIO E GESSO NA SEMEADURA DO AMENDOIM COMBINADOS COM
ADUBAÇÃO BORATADA FOLIAR**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Presidente Prudente, 10 de Agosto 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Eduardo Creste
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE,
Presidente Prudente – SP

Prof. Dr. Juliano Carlos Calonego
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE,
Presidente Prudente – SP

Dra. Rosemary Marques de A. Bertani
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA
Bauru - SP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, José Dominato, e minha mãe, Éster Pedroso Dominato, que nunca mediram esforços e estiveram sempre presentes em todos os momentos de sua realização.

A minha família que, em todos os momentos de realização desta pesquisa, esteve presente.

E para todos que de alguma forma contribuíram para minha formação profissional.

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador, Dr. José Eduardo Creste que, na rigidez de seus ensinamentos, fez aprimorar meus conhecimentos.

A todos os professores da UNOESTE, pela amizade e carisma.

Ao professor, Dr. José Salvador Simoneti Foloni, pelo empenho na elaboração deste trabalho, pela amizade, conselhos valiosos, e apoio em todos os momentos.

“Detesto, de saída, quem é capaz de marchar em formação com prazer ao som de uma banda. Nasceu com o cérebro por engano bastava-lhe a medula espinhal.”

Albert Einstein.

RESUMO

Calcário e gesso na semeadura do amendoim combinados com adubação boratada foliar

Grande parte do amendoim do Estado de São Paulo é cultivada em áreas de reforma de canavial, nas quais é comum o solo apresentar baixos teores de micronutrientes e de saturação por bases. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e rendimento do amendoim fertilizado com calcário e gesso na instalação da lavoura, combinados com adubação boratada foliar, em área de renovação de canavial. O experimento foi conduzido de dezembro de 2007 a abril de 2008 em um Latossolo vermelho distroférico de textura média, em Guararapes-SP. O delineamento experimental foi em blocos completos e parcelas sub-divididas, em que nas parcelas foram a ausência de fonte de Ca na instalação da lavoura, 0,5, 1,0 e 2,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, e 0,5, 1,0 e 2,0 t ha⁻¹ de gesso agrícola, e nas sub-parcelas 0, 0,5, 1 e 2 kg ha⁻¹ de B foliar. O amendoim foi responsivo à adubação boratada, sendo as maiores produtividades de vagens e de grãos, assim como o máximo rendimento de grãos, alcançados com 1 kg ha⁻¹ de B. A fertilização somente com fonte de Ca na semeadura do amendoim não incrementou a produção e rendimento de grãos. A combinação entre fontes de Ca na instalação da cultura e B foliar favorece o rendimento de grãos do amendoim após o descascamento.

Palavras chave: *Arachis hypogaea*. Suplementação de Ca. Aplicação de boro

Abstract

Lime and gypsum applied in sowing peanut combined with boron manuring by leaf spray

Expressive part of the peanut (*Arachis hypogaea*) in São Paulo State has cultivated for rotation in condemned areas of sugar cane that need to be reformed, and those areas frequently have presented low micronutrients levels and low basis saturation in soil. The objective of this work was to quantify the production and the yield components of the peanut crop fertilized with lime and gypsum applied in sowing combined with boron manure by leaf spray. The experiment was carried out from December 2007 to April 2008, on a dystroferric Hapludox, medium texture, in Guararapes, SP, Brazil. A randomized complete blocks design, with four replicates, and split plots, was used. The plots were composed by absence of Ca font (control), dolomite limestone with 0,5, 1 and 2 Mg ha⁻¹ and gypsum with 0,5, 1 and 2 Mg ha⁻¹, applied on sowing time of the peanut crop. The subplots were composed by levels boron with 0, 0,5, 1 and 2 kg ha⁻¹ applied by leaf spray in initial flowering stage of the plants. The peanut crop presented expressive response to boron manuring, and the largest grains and pods productivities were obtain with 1 kg ha⁻¹ of B. Fertilizations only Ca fonts applied in peanut sowing didn't increase productivity and yield components. Combinations between Ca fonts applied in crop sowing and boron manuring by leaf spray favored the net yield of grains after peel off.

Key words: *Arachis hypogaea*. Ca supply. Boron applied

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Na safra 2007/2008 foram cultivados 115,2 mil hectares de amendoim em todo o Brasil, dos quais 81,3 mil hectares (71% do total) somente no Estado de São Paulo (CONAB, 2009). Segundo levantamento de Bolonhezi et al. (2005), o amendoim no território paulista é explorado na grande maioria das áreas como leguminosa de rotação em talhões de cana-de-açúcar submetidos à reforma, basicamente por agricultores arrendatários. Leguminosas como a soja e o amendoim são valorizadas na renovação de canaviais porque incorporam nitrogênio (N) ao solo, favorecem o manejo fitossanitário e amortizam o elevado custo de implantação das lavouras sucroalcooleiras (LIMA et al., 2007).

Nos talhões de cana submetidos à reforma, de maneira geral a qualidade química do solo encontra-se comprometida, pois é característica dessa gramínea exportar quantidades expressivas de nutrientes em razão da colheita dos colmos, exaurindo o solo em tempo relativamente curto, principalmente os de textura mais arenosa, que são extensos no Brasil Central (MORELLI et al., 1992; DEMATTÊ, 2005). No trabalho de Morelli et al. (1992), com aplicação de calcário e gesso na instalação da lavoura de cana em um Latossolo Vermelho álico de textura média, verificou-se que, antes da fertilização, os níveis de saturação por bases (V) foram de 15% e 7% nas camadas de 0-20 e 20-50 cm, respectivamente, e após o primeiro corte os valores de V foram aumentados para 52% e 38% nas mesmas profundidades de 0-20 e 20-50 cm, respectivamente, porém, com o passar de cinco safras houve forte declínio até serem atingidos níveis de V próximos ao estado inicial do solo.

Bolonhezi et al. (2005) afirmam que, do ponto de vista qualitativo, o cálcio (Ca) é o nutriente mais importante para a cultura do amendoim, sendo absorvido pelas raízes via fluxo de massa e translocado para os tecidos aéreos através do xilema, contudo a redistribuição desse nutriente, via floema, é considerada de baixa eficiência, o que torna muito importante a absorção direta do Ca contido na solução do solo pelas estruturas reprodutivas subterrâneas em formação (ginóforos e vagens). Portanto, são recorrentes na literatura argumentações de que a resposta do amendoim à calagem está ligada,

principalmente, ao fornecimento de Ca aos frutos (FORNASIERI et al., 1987; NAKAGAWA et al., 1993; CAIRES; ROSOLEM, 1995; CRUSCIOL et al., 2000; BOLONHEZI et al., 2005).

Uma alternativa para minimizar a deficiência de Ca em camadas superficiais do solo no curto prazo, para lavouras de amendoim a serem instaladas em solos de fertilidade problemática, como acontece em grande parte das áreas destinadas à reforma da cana, seria por meio da aplicação de calcário e/ou gesso na semeadura da leguminosa em rotação. Quaggio (2000) relata que a aplicação localizada de calcário nos sulcos de semeadura de lavouras anuais foi difundida por agricultores brasileiros, principalmente arrendatários de terra, no sentido de reduzir custos; porém, trabalhos de pesquisa demonstraram que tal prática é insuficiente para corrigir a acidez do solo, sobretudo nos mais argilosos. Sousa et al. (2007) reforçam a argumentação de que a aplicação localizada de calcário nas linhas da lavoura, denominado "Filler", é ineficiente para a correção do solo, no entanto, pode ser utilizada como suprimento de Ca e Mg para as plantas. Crusciol et al. (2000) aplicaram diferentes doses de calcário nas linhas de semeadura do amendoim e concluíram que tal técnica é viável. Bolonhezi et al. (2005) mencionam que é comum nos EUA a aplicação de gesso em cobertura no florescimento do amendoim, como fonte de Ca para favorecer a frutificação da lavoura.

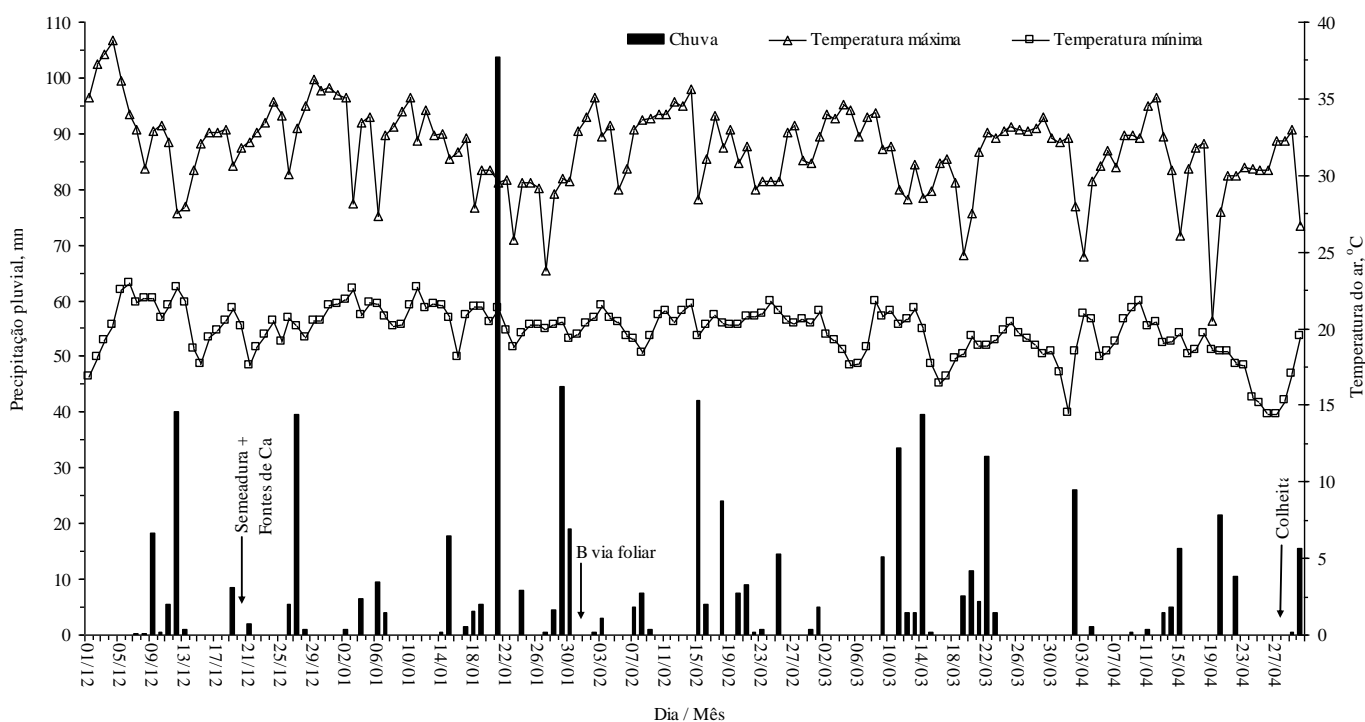
No que diz respeito à adubação boratada, Malavolta (2006) relata que, reconhecidamente, as deficiências de boro (B) em culturas anuais têm sido as mais frequentes no Brasil, sobretudo em solos de elevado grau de intemperização cultivados por vários anos sem receberem fertilizantes a base de micronutrientes. Contudo, nas recomendações de Quaggio e Godoy (1997) para adubação e calagem na cultura do amendoim no Estado de São Paulo, não se faz menção à aplicação de B, e argumenta-se que essa leguminosa/oleaginosa apresenta elevada capacidade para aproveitar resíduos de adubações de culturas anteriores, notadamente a cana-de-açúcar. Porém Demattê (2005) enfatiza que inúmeras análises de solo de lavouras canavieiras do centro-sul brasileiro, com destaque para os talhões com diversos cortes, têm demonstrado níveis muito baixos de micronutrientes, principalmente de zinco (Zn) e B, e que fertilizações com micronutrientes na cultura sucroalcooleira são pouco usuais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e rendimento do amendoim fertilizado com calcário e gesso na instalação da lavoura, combinados com adubação boratada via pulverização foliar no início do florescimento das plantas, em área de renovação de canavial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em talhão de cana submetido à reforma, pertencente à empresa sucroalcooleira Unialco, com localização geográfica da área experimental de 21° 20' 19,5" sul, 50° 35' 02,8" oeste e 477 m de altitude, a aproximadamente 8 km de Guararapes-SP, num solo classificado como Latossolo Vermelho escuro distroférico (EMBRAPA, 2006), em relevo suave ondulado, com horizontes bem desenvolvidos e boa drenagem. Na figura 1 são apresentados os valores diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas do ar, ocorridos no município supracitado.

FIGURA 1 - Precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas diárias ocorridas durante os meses de dezembro de 2007 a abril de 2008 no decorrer da condução do experimento, em Guararapes-SP



Em meados de setembro de 2007, após o último corte da cana, foram realizadas amostragens de solo nas entrelinhas da cultura, com coletas nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade para análise química (Rajj et al., 2001) e granulométrica do solo (Embrapa, 1997), cujos resultados são apresentados na Tabela 1. Na primeira semana de novembro de 2007, fez-se o

preparo do solo para destruição das soqueiras e incorporação de 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (CaO: 27%; MgO: 20%; PRNT: 85%), utilizando-se grade aradora seguida por arado de aivecas e grade aradora novamente, procedimentos estes adotados pela empresa sucroalcooleira.

Em 20/12/2007, após gradagem niveladora, fez-se a semeadura da lavoura de amendoim (*Arachis hypogaea*) com a cultivar Runner IAC-886, espaçamento entrelinhas de 0,80 m, aproximadamente 18 sementes viáveis m⁻¹ de linha e aplicação de 270 kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK 04-30-10. As sementes foram tratadas com o fungicida fludioxonil na dose de 5 g de ingrediente ativo (ia) 100 kg⁻¹ de sementes, mais 70 g de ia 100 kg⁻¹ de sementes do inseticida tiametoxam.

TABELA 1 - Resultados das análises química e granulométrica do solo, após o último corte da lavoura de cana e antes da instalação do experimento

Prof.	pH CaCl ₂	MO	P _{resina}	H+Al	Al	K	Ca	Mg	S B	CTC	V	S-SO ₄	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----			-----			%	----- mg dm ⁻³ -----						
0-20	4,8	11	4	35	0	2,8	11	4	18	53	34	2	0,22	0,8	20	25,4	0,7
20-40	4,6	8	1	38	1	0,8	13	3	17	55	31	2	-	-	-	-	-
	Argila	Silte	Areia														
	----- g kg ⁻¹ -----																
0-20	195	80	725														
20-40	210	95	695														

No dia 10/01/2008, aos 13 dias após a emergência das plântulas (13 DAE), fez-se uma pulverização tratorizada em área total da cultura, com consumo de calda da ordem de 220 L ha⁻¹, com produtos fitossanitários em mistura de tanque, sendo utilizado o herbicida imazapique na dose de 140 g de ia ha⁻¹, mais 240 g de ia ha⁻¹ do inseticida metamidofós e 1,2 L ha⁻¹ de óleo mineral adjuvante. No dia 25/01/2008, aos 28 DAE, foram pulverizados 240 g de ia ha⁻¹ do inseticida metamidofós mais 1,25 kg de ia ha⁻¹ do fungicida clorotalonil, nas mesmas condições operacionais mencionadas acima. Aos 35 DAE, no dia 02/02/2008, foi realizada uma capina manual na lavoura para controle de plantas daninhas remanescentes.

No dia 11/02/2008, aos 44 DAE, foram aplicados em mistura de tanque os inseticidas tiametoxan e lambda-cialotrina, com 21 e 16 g de ia ha⁻¹, respectivamente, mais 150 g de ia ha⁻¹ do fungicida piraclostrobina, com consumo de calda elevado para 330 L ha⁻¹. No dia 02/03/2008, aos 67 DAE, foram pulverizados os inseticidas profenofós na dose de 120 g de ia ha⁻¹ e cipermetrina com 12 g de ia ha⁻¹, em mistura de tanque com os fungicidas trifloxistrobina na dose de 75 g de ia ha⁻¹ mais 150 g de ia ha⁻¹ de tebuconazol, com os mesmos padrões operacionais supracitados. Aos 91 DAE, no dia 26/03/2008, foram aplicados 240 g de ia ha⁻¹ do inseticida metamidofós mais 1,25 kg de ia ha⁻¹ do fungicida clorotalonil. E no dia 14/04/2008, aos 108 DAE, foram pulverizados os inseticidas tiametoxan e lambda-cialotrina com 21 e 16 g de ia ha⁻¹, respectivamente, mais o fungicida piraclostrobina na dose de 150 g de ia ha⁻¹.

No dia 01/02/2008, aos 34 DAE, por ocasião do surgimento das primeiras flores nas plantas de amendoim avaliação visual, foi efetuada adubação foliar em todas as unidades experimentais para suplementação de micronutrientes, com 50 g ha⁻¹ de Mo, 553 g ha⁻¹ de Mn, 471 g ha⁻¹ de Zn e 512 g ha⁻¹ de Cu, com as fontes (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, MnSO₄.3H₂O, ZnSO₄.7H₂O e CuSO₄.5H₂O, respectivamente, baseada nas recomendações de GALRÃO (2004). Neste mesmo dia, também, foram aplicados os tratamentos experimentais relativos às adubações boratadas via foliar, em que as soluções de B foram aplicadas separadamente. Para fazer as pulverizações da mistura de micronutrientes e das soluções de B, foi utilizado um equipamento manual de precisão pressurizado a CO₂, munido de barra com quatro ponteiros modelo XR 110.03-VS espaçadas a 0,50 m, que foram posicionadas a aproximadamente 0,50 m acima do dossel das plantas, operando à pressão constante da ordem de 440 KPa e consumo de calda de 380 L ha⁻¹.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com quatro repetições e parcelas sub-divididas. As parcelas foram formadas pelos tratamentos de ausência de fonte de Ca na instalação da lavoura, 0.5, 1.0 e 2.0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (CaO: 28%; MgO: 20% e PRNT: 95%), e 0.5, 1.0 e 2.0 t ha⁻¹ de gesso agrícola, aplicados manualmente a lanço em área total, no dia da semeadura do amendoim. As sub-parcelas foram

constituídas pelos tratamentos de adubação boratada via foliar com 0, 0.5, 1 e 2 kg ha⁻¹ de B. As unidades experimentais foram constituídas por seis linhas de semeadura com 6 m de comprimento, em que foram avaliadas as quatro linhas centrais, descartando-se 1 m de bordadura nas extremidades.

No dia 28/04/2008, aos 122 DAE, quando aproximadamente 70-80% das vagens das plantas de amendoim encontravam-se com cascas suberizadas, identificadas visualmente e/ou por tato, de amostras coletadas ao acaso nas bordaduras do experimento, foi realizada a colheita das unidades experimentais. Utilizou-se primeiramente um equipamento tratorizado denominado de afofador, montado para operar de duas em duas linhas, com regulagem de profundidade de corte de 20-30 cm. Em seguida, as plantas foram arrancadas e invertidas manualmente para exposição dos frutos ao sol, e as leiras foram sendo reviradas de acordo com a necessidade. Após secagem a campo, as plantas contidas na área útil das sub-parcelas foram trilhadas manualmente com o auxílio de balaies, e as vagens abanadas sobre peneiras de malha de 4 mm para eliminação de resíduos vegetais e torrões. Um dia antes da colheita, foram realizadas contagens de todas as plantas existentes na área útil das sub-parcelas, permitindo calcular a densidade populacional final da lavoura.

Após trilhagem e limpeza, as vagens colhidas em cada sub-parcela foram pesadas, e 400 vagens foram retiradas aleatoriamente, também pesadas e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar, para determinação do teor de água (Brasil, 1992), possibilitando calcular a produtividade de vagens com umidade corrigida a 9%, de acordo com Crusciol e Soratto (2007). Essas mesmas 400 vagens foram utilizadas para determinação do número de vagens granadas, em que foram consideradas as que apresentavam pelo menos um grão totalmente desenvolvido, assim como o número de vagens chochas e o número de grãos por vagem, seguindo metodologia de Fernandes e Rosolem (1999). Paralelamente, as vagens colhidas em cada sub-parcela foram descascadas em equipamento acionado manualmente, os grãos foram abanados para retirada de impurezas e fez-se a pesagem dos mesmos. O rendimento de grãos foi determinado para cada sub-parcela, mediante a relação da massa de grãos/massa de vagens. Alíquotas de 500g de grãos foram coletadas para quantificação do teor de água e massa de

100 grãos (Brasil, 1992), permitindo calcular a produtividade de grãos com umidade corrigida a 13%, de acordo com Crusciol et al. (2000).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando houve diferença significativa entre tratamentos, a 5% de probabilidade pelo teste F, fizeram-se comparações das médias por meio do teste Tukey, também a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre as fontes de Ca aplicadas na semeadura do amendoim e o B foliar, para a produtividade de vagens (Tabela 2). Contudo, constatou-se resposta expressiva da oleaginosa à adubação boratada isoladamente, em que o melhor resultado foi alcançado com 1 kg ha^{-1} de B via pulverização, cujo incremento de produtividade de vagens foi da ordem de 12% em relação ao tratamento sem adição de B.

Marschner (1995) relata que o B está envolvido em uma série de ciclos metabólicos das plantas, influenciando o transporte de açúcares, a síntese da parede e de membranas celulares, a lignificação de tecidos e o metabolismo de carboidratos, entre outros. Woods (1994) destaca que o B atua na germinação dos grãos de pólen e na formação dos tubos polínicos, sendo de suma importância para o desenvolvimento reprodutivo das plantas. Portanto, o suprimento de B via pulverização foliar no início do florescimento do amendoim, muito provavelmente, favoreceu à formação de ginóforos/vagens da cultura (Tabela 2).

TABELA 2 - Produtividade de vagens, produtividade de grãos e rendimento de grãos de amendoim em razão da aplicação de calcário e gesso na instalação da lavoura combinados com doses de B via foliar no pré-florescimento das plantas

B foliar kg ha ⁻¹	Ausência	Calcário na sementeira, t ha ⁻¹			Gesso na sementeira, t ha ⁻¹			Média	
	Fonte de Ca	0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0		
----- produtividade de vagens, kg ha ⁻¹ -----									
0	3448	3441	4267	3788	3556	3865	3576	3706 b	
0,5	4097	4354	3854	3851	4250	3877	4323	4087 ab	
1,0	4826	4312	4184	3743	3781	4014	4326	4170 a	
2,0	3611	4426	3876	3299	4014	4103	3896	3889 ab	
Média	3996	4134	4045	3670	3900	3965	4030		
----- produtividade de grãos, kg ha ⁻¹ -----									
0	2183 b A	2233 a A	2988 a A	2554 a A	2323 a A	2466 a A	2270 a A	2431	
0,5	2547 b A	2654 a A	2475 a A	2553 a A	2726 a A	2755 a A	2815 a A	2646	
1,0	3546 a A	2566 a B	2683 a AB	2606 a B	2456 a B	2625 a AB	2927 a AB	2773	
2,0	2305 b A	2908 a A	2371 a A	1987 a A	2425 a A	2772 a A	2521 a A	2470	
Média	2645	2590	2629	2425	2482	2655	2633		
----- rendimento de grãos, % -----									
0	63,3 b A	64,8 a A	69,9 a A	67,4 ab A	64,6 a A	63,7 a A	63,4 a A	65,3	
0,5	62,1 b AB	60,9 a B	64,0 ab AB	66,1 abAB	64,1 a AB	70,8 a A	64,9 a AB	64,7	
1,0	73,2 a A	59,3 a B	63,9 ab AB	70,1 a A	64,1 a AB	65,2 a AB	67,7 a AB	66,2	
2,0	64,1 b A	65,6 a A	61,2 b A	60,8 b A	60,4 a A	68,1 a A	64,7 a A	63,5	
Média	65,7	62,7	64,7	66,1	63,3	67,0	65,2		
Causa da variação	Produtividade de vagens			Produtividade de grãos			Rendimento de grãos		
	F calc.	DMS	CV (%)	F calc.	DMS	CV (%)	F calc.	DMS	CV (%)
Fonte de Ca	1,7 ^{ns}	-	11,5	0,9 ^{ns}	-	14,2	1,9 ^{ns}	-	6,7
B foliar	3,5 [*]	415	14,8	3,7 [*]	308	16,9	1,7 ^{ns}	-	6,9
Ca x B	1,2 ^{ns}	-		2,0 [*]	814 ⁽¹⁾	939 ⁽²⁾	2,4 ^{**}	8,3 ⁽¹⁾	9,6 ⁽²⁾

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo. Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Desdobramento de B foliar dentro de cada condição de fonte de Ca; ⁽²⁾ Desdobramento de fonte de Ca dentro de cada condição de B foliar.

De acordo com a classificação de Raij et al. (1997), para solos do Estado de São Paulo, teores de B variando de 0 a 0,20 mg dm⁻³ são considerados baixos, de 0,21 a 0,60 mg dm⁻³ estão no intervalo médio, e acima de 0,60 mg dm⁻³ são altos, com extração do nutriente feita com água quente. No presente experimento o teor de B foi de 0,22 mg dm⁻³ na camada de 0-20 cm de profundidade do solo (camada arável), qualificado como médio (RAIJ et al.,

1997), reforçando a argumentação de Dematte (2005) de que lavouras canavieiras submetidas a sucessivos cortes comumente apresentam níveis relativamente baixos de micronutrientes no solo, o que é, invariavelmente, um problema para lavouras de amendoim cultivadas na reforma de canaviais, como acontece na grande maioria das áreas exploradas com essa oleaginosa no Estado de São Paulo (BOLONHEZI et al., 2005).

Apesar de Quaggio e Godoy (1997) não fazerem menção à adubação boratada na cultura do amendoim para o Estado de São Paulo, Galvão (2004) preconiza aplicações de B na instalação de culturas anuais em solos de Cerrado, quando os teores do nutriente estiverem abaixo de $0,20 \text{ mg dm}^{-3}$ na camada arável, ou via pulverização foliar caso haja sintoma de deficiência nas plantas. O autor também ressalta que a aplicação de micronutrientes deve ser considerada como indispensável em grande parte dos cultivos, em razão dos baixos teores geralmente encontrados nos solos tropicais, do uso cada vez mais frequente de fontes concentradas de macronutrientes (com menos impurezas ricas em micronutrientes) e do crescente nível tecnológico adotado nas lavouras. Portanto, a resposta significativa do amendoim ao B foliar, constatada no presente estudo, provavelmente ocorreu devido ao teor de $0,22 \text{ mg dm}^{-3}$ de B do solo amostrado por ocasião da reforma do canavial, em consonância com o elevado aporte tecnológico utilizado na condução do experimento.

Houve declínio da produtividade de vagens do amendoim que recebeu 2 kg ha^{-1} de B (Tabela 2), evidenciando que existe um estreito intervalo entre efeito positivo e negativo na adubação boratada foliar, considerando-se a fonte H_3BO_3 aplicada no início do florescimento da cultura. Mortvedt e Woodruff (1993) enfatizam que é necessário ter cautela na recomendação de adubos boratados, devido ao estreito intervalo entre deficiência e toxicidade, ou seja, dependendo da fonte, dose e/ou condições de uso, a aplicação de B para corrigir uma deficiência poderá a ser prejudicial.

Como já foi mencionado, as fontes de Ca (calcário e gesso), nas doses de $0,5$, 1 e 2 t ha^{-1} , aplicadas a lanço, em área total no dia da semeadura do amendoim, não surtiram efeito sobre a produtividade de vagens (Tabela 2). Crusciol et al. (2000) aplicaram doses de calcário dolomítico equivalentes a 300 , 600 e 900 kg ha^{-1} nos sulcos de semeadura do amendoim, e também não

observaram alterações na produtividade de vagens. Por outro lado, Fornasieri et al. (1987) constataram que o fornecimento de calcário, gesso e a mistura de ambos, em cobertura na fase de florescimento do amendoim, proporcionou incrementos de produtividade de vagens, porém os resultados foram condicionados em nível de correção do solo em pré-semeadura. Nakagawa et al. (1993) estudaram a calagem na lavoura de amendoim em diferentes épocas de semeadura (safra das "águas" e da "seca") em três localidades distintas, e concluíram que a resposta da oleaginosa ao calcário varia em função do local, das condições climáticas e dos atributos mensurados nas plantas.

Houve interação significativa entre fontes de Ca e B foliar para a produtividade de grãos e rendimento após o descascamento (Tabela 2). Contudo, a máxima produtividade de grãos foi obtida no tratamento que não recebeu fonte de Ca na sua semeadura, e que foi pulverizado com 1 kg ha^{-1} de B, corroborando a argumentação de Galvão (2004), de que lavouras oleaginosas podem ser altamente responsivas à adubação boratada, dependendo das condições de solo e manejo. Malavolta (2006) reforça que a carência de B é muito comum em solos mais arenosos com baixos teores de matéria orgânica, ou seja, características semelhantes às que foram encontradas no presente experimento, cujo amendoim foi cultivado em área de reforma de canavial, que foi submetida ao preparo convencional com aração e gradagem, em um Latossolo distroférico com 19% de argila na camada arável.

Do ponto de vista da química do solo, Malavolta (2006) também argumenta que o B se concentra na solução do solo na forma de ácido bórico não dissociado (H_3BO_3), ou como ânion borato $\text{B}(\text{OH})_4^-$, caso o pH esteja suficientemente alto, e essas duas formas são passíveis de serem absorvidas pelas plantas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Contudo, há predomínio da espécie não dissociada na faixa de pH (H_2O) de 4,0 a 8,0, mais comum em solos tropicais, o que ajuda a explicar a relativa facilidade com que o H_3BO_3 lixivia e/ou é absorvido pelas plantas (MALAVOLTA, 2006; SOARES et al., 2008).

O ânion $\text{B}(\text{OH})_4^-$, formado a partir da elevação do pH na faixa da alcalinidade, torna-se menos disponível às plantas (SOARES et al., 2008). Sendo assim, esperava-se no presente estudo que nas parcelas que receberam 2 t ha^{-1} de calcário dolomítico (PRNT: 95%) na semeadura do amendoim, fosse

haver menor disponibilização de B devido a uma possível elevação excessiva do pH nas camadas mais superficiais do solo, zona de maior proliferação de raízes, acarretando em respostas mais expressivas da oleaginosa ao B foliar, o que não ocorreu (Tabela 2).

Segundo Quaggio e Godoy (1997), para cultivar amendoim é necessário fazer calagem para elevar a saturação por bases a 60% na camada arável. Vale lembrar que o solo em que se conduziu o experimento recebeu calagem incorporada ($V = 66\%$), cerca de 50 dias antes da aplicação das fontes de Ca na semeadura do amendoim, de acordo com procedimento da empresa sucroalcooleira detentora da área, visando à cultura da cana a ser instalada após a colheita da oleaginosa. Portanto, muito provavelmente houve inibição de possíveis efeitos das fontes de Ca aplicadas na semeadura do amendoim sobre as produtividades de vagens e de grãos (Tabela 2).

QUAGGIO et al. (1982) reforçam que quando os teores de Ca trocável do solo estiverem acima de $15 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e/ou a saturação por bases for maior que 40% na camada arável, as respostas do amendoim à calagem são pouco expressivas. Crusciol et al. (2000) aplicaram 300, 600 e 900 kg ha^{-1} de calcário dolomítico (PRNT: 90,1%) nos sulcos de semeadura do amendoim em diferentes épocas de cultivo (21/Jan, 04/Fev, 18/Fev e 04/Mar), em solo cujo V inicial era de 50%, e não constataram diferenças de produtividade de vagens em razão da aplicação do calcário, porém o rendimento de grãos descascados, o número de vagens por planta, o número de grãos por planta e a massa de 100 grãos foram incrementados com a aplicação do Ca nos sulcos da lavoura, dependendo da interação entre época de cultivo e dose utilizada. Os autores argumentam que a deficiência hídrica ocorrida devido ao avanço da época de semeadura no final da estação chuvosa, foi o principal fator para justificar o efeito positivo do calcário sobre os componentes de produção do amendoim.

Nakagawa et al. (1993) estudaram a calagem no amendoim em diferentes localidades e épocas de semeadura, em solos arenosos com valores iniciais de V entre 22 a 43%, com semeaduras na época das águas (novembro) e da seca (março), e verificaram que a calagem efetuada para elevar o V a 70% incrementou a produtividade de vagens e de grãos somente nos experimentos conduzidos na safra da seca, corroborando a argumentação de Crusciol et al.

(2000), de que os efeitos positivos do Ca no amendoim são consideravelmente dependentes da oferta hídrica no decorrer do cultivo.

Malavolta (2006) relata que o contato íon-raiz para o Ca se faz essencialmente por fluxo de massa, o que significa que a umidade do solo precisa estar relativamente elevada, ou seja, períodos consideravelmente longos de estresse hídrico acarretam em deficiências de Ca nas lavouras, mesmo em solos com teores satisfatórios do nutriente, principalmente nas formações mais arenosas, como no caso dos experimentos conduzidos por Nakagawa et al. (1993). No presente experimento, de acordo com os dados de precipitação pluvial apresentados na figura 1, não ocorreram períodos relativamente longos de deficiência hídrica, o que de certa forma ajuda a explicar a ausência de resposta do amendoim à aplicação de fontes de Ca na semeadura da lavoura.

No trabalho de Caires e Rosolem (1995), com incorporação de 4, 6 e 8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico para elevar os valores de V a 50, 70 e 90%, respectivamente, em um Latossolo de textura média, constatou-se que as máximas produtividades de vagens e de grãos foram obtidas com o V de 50%. E também verificou-se que níveis de V acima de 50%, índices de pH (CaCl₂) maiores que 5,0 e teores de Ca superiores a 23,5 mmol_c dm⁻³ acarretaram em declínio de produtividade da oleaginosa, provavelmente em razão de desequilíbrios químicos gerados pelo excesso de corretivo no solo. Sousa et al. (2007) relatam que a super-calagem é tão prejudicial para as lavouras quanto a acidez elevada do solo, o que invariavelmente acarreta em redução da disponibilidade de P, Zn, Fe, Cu, Mn, mineralização da matéria orgânica, entre outros efeitos.

Fornasier et al. (1987) estudaram fontes de Ca na cultura do amendoim das águas, em um Latossolo distroférico argiloso com V inicial de 12%, em que se fez a incorporação de 7 t ha⁻¹ de calcário (para elevar a V a 60%), 10,9 t ha⁻¹ de gesso (para fornecer o equivalente de Ca do calcário) e 9 t ha⁻¹ da mistura de calcário + gesso (50% do CaO como calcário e 50% de CaO como gesso), e nas sub-parcelas fizeram-se aplicações de Ca em cobertura no início do florescimento da oleaginosa, com 500 kg ha⁻¹ de gesso, 320 kg ha⁻¹ de calcário e 160 + 250 kg ha⁻¹ da mistura calcário + gesso. Na ausência de calagem e/ou gesso incorporados antes da semeadura do amendoim, as fontes

de Ca aplicadas em cobertura proporcionaram incrementos de produtividade de vagens da ordem de 37, 34 e 64% para o calcário, gesso e calcário + gesso, respectivamente, em comparação ao tratamento testemunha ($V = 12\%$). Por outro lado, nas áreas que receberam calagem incorporada antes da instalação do amendoim, os incrementos de produtividade em resposta às fontes de Ca aplicadas em cobertura foram de apenas 8, 4 e 11% para o calcário, gesso e mistura calcário + gesso, respectivamente, corroborando os resultados encontrados no presente trabalho, em que a calagem incorporada antes da instalação da oleaginosa muito provavelmente inibiu os efeitos das fontes de Ca aplicadas na semeadura da lavoura (Tabela 2).

De acordo com revisões e/ou constatações de Fornasieri et al. (1987), Quaggio et al. (1982), Nakagawa et al. (1993), Caires e Rosolem (1995), Fernandes e Rosolem (1999), Crusciol et al. (2000) e Bolonhezi et al. (2005), é recorrente que o amendoim apresenta elevada tolerância à acidez do solo, podendo não responder à calagem mesmo quando cultivado em condições de V de 30 a 50% na camada arável. Contudo, os autores também enfatizam que o fornecimento de Ca em camadas superficiais do solo, correspondentes à zona de desenvolvimento de ginóforos/vagens, é estratégico e traz resultados positivos para a oleaginosa.

Na tabela 2 observa-se que o máximo rendimento de grãos do amendoim ocorreu no tratamento que não recebeu fonte de Ca na semeadura e foi pulverizado com 1 kg ha^{-1} de B, que por sua vez foi estatisticamente equivalente ao que recebeu 2 t ha^{-1} de calcário na semeadura mais 1 kg ha^{-1} de B foliar. Outro destaque foi para o amendoim fertilizado com 1 t ha^{-1} de gesso mais $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de B foliar (Tabela 2). Em termos gerais, quanto maior for o rendimento de grãos após o descascamento, menores são as quantidades de vagens chochas e/ou grãos mal formados e miúdos. Sendo assim, é possível que a combinação de Ca e B tenha gerado efeito sinérgico sobre a nutrição da cultura em estudo, favorecendo o florescimento e frutificação das plantas (MALAVOLTA, 2006), acarretando em maiores quantidades de vagens bem granadas e/ou grãos com maior massa.

TABELA 3 - Número total de vagens por planta, número de vagens chochas por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos de amendoim em razão da aplicação de calcário e gesso na instalação da lavoura combinados com doses de B via foliar no pré-florescimento das plantas

B foliar kg ha ⁻¹	Ausência	Calcário na semeadura, t ha ⁻¹			Gesso na semeadura, t ha ⁻¹			Média				
	Fonte de Ca	0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0					
----- Número total de vagens planta ⁻¹ -----												
0	17,44	21,40	24,97	22,04	19,40	25,86	21,56	21,81 b				
0,5	24,62	27,30	24,53	23,26	24,64	24,20	26,76	25,05 a				
1,0	27,27	32,99	26,73	20,43	21,63	25,40	28,17	26,09 a				
2,0	20,29	26,61	25,76	18,47	22,92	30,75	27,10	24,56 ab				
Média	22,41 AB	27,07 A	25,50 AB	21,05 B	22,15 AB	26,55 A	25,90 AB					
----- Número de vagens chochas planta ⁻¹ -----												
0	4,06	5,65	6,36	6,40	4,88	7,69	6,46	5,93				
0,5	5,90	5,29	6,23	6,16	6,05	5,63	6,37	5,95				
1,0	5,38	7,79	6,67	5,23	4,81	6,92	5,27	6,01				
2,0	7,38	5,65	7,72	3,93	4,82	7,44	5,53	6,07				
Média	5,68	6,09	6,74	5,42	5,14	6,92	5,91					
----- Número de grãos vagem ⁻¹ -----												
0	1,71	1,79	1,50	1,76	1,82	1,78	1,90	1,75				
0,5	1,81	1,70	1,63	1,44	1,71	1,74	1,56	1,66				
1,0	1,67	1,82	1,64	1,61	1,61	1,74	1,73	1,69				
2,0	1,68	1,54	1,47	1,81	1,47	1,69	1,59	1,61				
Média	1,72	1,71	1,56	1,66	1,67	1,74	1,70					
----- Massa de 100 grãos, g -----												
0	61,20	61,95	64,16	65,92	62,14	57,86	62,70	62,28				
0,5	62,49	61,28	60,58	60,95	63,82	65,28	63,15	62,51				
1,0	65,14	63,17	61,84	64,06	65,24	63,61	60,06	63,30				
2,0	68,24	67,69	61,47	61,33	68,84	55,63	63,32	63,78				
Média	64,27	63,52	62,01	63,07	65,01	60,60	62,29					
Causa da variação	Total de vagens planta ⁻¹			Vagens chochas planta ⁻¹			Número de grãos vagem ⁻¹			Massa de 100 grãos		
	F calc	DMS	CV (%)	F calc	DMS	CV (%)	F calc.	DMS	CV (%)	F calc	DMS	CV(%)
Fonte de Ca	4,8**	5,2	18,2	1,7 ^{ns}	-	33,1	2,2 ^{ns}	-	9,8	0,8 ^{ns}	-	10,3
B foliar	4,7**	3,1	18,9	0,1 ^{ns}	-	35,3	2,1 ^{ns}	-	13,2	0,6 ^{ns}	-	7,8
Ca x B	1,5 ^{ns}	-		0,9 ^{ns}	-		1,1 ^{ns}	-		1,5 ^{ns}	-	

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo. Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Desdobramento de B foliar dentro de cada condição de fonte de Ca; ⁽²⁾ Desdobramento de fonte de Ca dentro de cada condição de B foliar.

Fernandes e Rosolem (1999) cultivaram amendoim no período das águas, com dois níveis de calagem (V de 19% e 56% na camada arável), e não constataram diferenças de rendimento de grãos após o descascamento. Crusciol et al. (2000) verificaram que doses de calcário dolomítico aplicadas nos sulcos de semeadura do amendoim não surtiram efeito no rendimento de grãos para as lavouras semeadas nos períodos de maior oferta hídrica, porém, no amendoim instalado tardiamente a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de calcário incrementou em cerca de 17% o rendimento de grãos, em comparação ao tratamento que não recebeu Ca. Dos quatro experimentos conduzidos por Nakagawa et al. (1993), somente em dois foram constatadas diferenças de rendimento de grãos do amendoim em resposta à calagem, contudo, na safra das águas a lavoura que recebeu Ca apresentou rendimento de apenas 3% acima da que não recebeu, e na safra da seca a calagem proporcionou incremento da ordem de 15% no rendimento de grãos em comparação ao tratamento sem corretivo, evidenciando a forte relação entre eficácia de aproveitamento do Ca pelas plantas e disponibilidade hídrica no solo no decorrer do cultivo (MALAVOLTA, 2006).

No presente estudo, as fontes de Ca (calcário e gesso), em determinadas situações, aumentaram o rendimento de grãos do amendoim, contudo, os melhores resultados foram para os tratamentos associados à adubação boratada (Tabela 2). Ao contrário dos trabalhos de Nakagawa et al. (1993) e Crusciol et al. (2000), com épocas de semeadura em períodos de forte deficiência hídrica, este experimento foi conduzido em meses relativamente chuvosos (Figura 1); portanto, não se justificam possíveis problemas de absorção de Ca via fluxo de massa pelas plantas de amendoim por causa de estresse hídrico prolongado (MALAVOLTA, 2006). Em contrapartida, o B sofre intensa lixiviação em solos mais arenosos pobres em matéria orgânica (MALAVOLTA, 2006; DECHEN; NACHTIGALL, 2006), o que pode ter acontecido neste trabalho e que ajuda a explicar as respostas expressivas do amendoim ao B foliar (Tabela 2).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de número total de vagens por planta, número de vagens chochas por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos. Contudo, entre todos os componentes de produção avaliados somente o número total de vagens por planta foi responsivo

ao Ca e ao B foliar. Crusciol et al. (2000) avaliaram diferentes épocas de semeadura e doses de Ca no amendoim, e somente em uma época houve incremento da massa de 100 grãos em resposta a 300 kg ha^{-1} de calcário aplicados na semeadura da oleaginosa. Nakagawa et al. (1993) avaliaram a calagem na cultura do amendoim em três localidades e quatro épocas de semeadura, e em apenas uma das situações houve aumento do número de grãos por vagem e em outra elevou-se a massa de 100 grãos, reforçando o argumento de que a resposta do amendoim ao Ca varia em função das condições edafoclimáticas, tecnologia adotada e parâmetros avaliados nas plantas.

Não houve interação significativa entre fontes de Ca e B foliar para o número total de vagens por planta (Tabela 3). Contudo, as doses de B foliar diferiram estatisticamente entre si, e os máximos valores deste atributo do amendoim foram obtidos com 0.5 ou 1 kg ha^{-1} de B, e para os tratamentos de Ca, também estatisticamente diferenciados entre si, atingiram-se as máximas quantidades de vagens por planta com 0.5 t ha^{-1} de calcário ou 1 t ha^{-1} de gesso na semeadura da oleaginosa (Tabela 3). No trabalho de Crusciol et al. (2000), a aplicação de 300 kg ha^{-1} de calcário nos sulcos de semeadura do amendoim também proporcionou incremento significativo no número de vagens por planta (em comparação ao tratamento sem Ca), porém o efeito positivo ocorreu somente na época de semeadura mais tardia cuja deficiência hídrica foi relativamente mais acentuada, com prováveis prejuízos à absorção de Ca pelas plantas (MALAVOLTA, 2006), justificando a adição de calcário na instalação da oleaginosa.

Somente para efeito de ilustração, pois não houve interação estatisticamente significativa entre fontes de Ca e B foliar, observa-se na tabela 3 que na lavoura que recebeu 0.5 t ha^{-1} de calcário na semeadura mais 1 kg ha^{-1} de B foliar, foram obtidas em torno de 33 vagens por planta, aproximadamente 94% a mais do que no amendoim que não recebeu Ca e nem B foliar. Portanto, novamente remete-se ao argumento de que a combinação de Ca e B pode ter favorecido o florescimento e frutificação das plantas (MALAVOLTA, 2006), com reflexos positivos no componente de produção supracitado.

4 CONCLUSÕES

1. O amendoim é expressivamente responsivo à adubação boratada via pulverização foliar realizada no início do florescimento da lavoura, sendo as máximas produtividades de vagens e de grãos, assim como de rendimento de grãos após o descascamento, alcançados com 1 kg ha^{-1} de B com a fonte H_3BO_3 , na ausência de Ca.

2. A fertilização com fontes de Ca na semeadura do amendoim, a partir de doses de calcário e gesso, não incrementa a produção e rendimento de grãos da lavoura.

3. A combinação de fontes de Ca na instalação da cultura mais aplicação de B via foliar favorece o rendimento de grãos do amendoim.

REFERÊNCIAS

- BOLONHEZI, D.; GODOY, I. J. de; SANTOS, R.C. dos. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R. C. dos. (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p 193-244.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1992. 365 p.
- CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. A. Calagem e aplicação de cobalto e molibdênio na cultura do amendoim. **Bragantia**, v. 54, p. 361-370, 1995.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Amendoim no Brasil: série histórica**. Disponível: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 09 dez. 2009.
- CRUSCIOL, C. A. C. et al. Produtividade e componentes de produção do amendoim da seca em razão da época de semeadura e da aplicação de calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, 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**, v. 42, p. 1553-1560, 2007.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.
- DEMATTÊ, J. L. I. Cultura da cana-de-açúcar: recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. Piracicaba: Potafos, 2005. 24 p. (Potafos. Informações Agronômicas, 111).
- EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FERNANDES, E. M.; ROSOLEM, C. A. Produtividade de amendoim em função da calagem e do método de secagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 11-20, 1999.
- FORNASIERI, J. L. et al. Efeitos do uso de calcário e gesso sobre algumas características produtivas do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) "das águas". **Científica**, v. 15, p. 45-54, 1987.

- GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 185-226.
- LIMA, E .A. et al. Avaliação econômica e de risco da produção de soja em rotação com cana-de-açúcar na região norte fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, p. 403-409, 2007.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press Inc., 1995. 889 p.
- MORELLI, J. et al. Calcário e gesso na produtividade de cana-de-açúcar e nas características químicas de um latossolo de textura média, álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, p. 187-194, 1992.
- MORTVEDT, J. J.; WOODRUFF, J. R. Technology and application of boron fertilizers for crops. In: GUPTA, U.C. (Ed.). **Boron and its role in crop production**. Boca Raton: CRC Press Inc., 1993. p. 157-176.
- NAKAGAWA, J. et al. Efeito de fontes de fósforo e da calagem na produção de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, p.421-431, 1993.
- QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: IAC, 2000. 111 p.
- QUAGGIO, J. A.; DECHEN, A. R.; RAIJ, B. van. Efeito da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, p. 189-194, 1982.
- QUAGGIO, J. A.; GODOY, I. J. Amendoim. In: RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p. 192. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B vanet al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B. vanet al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 284 p.
- 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**, v. 32, p. 111-120, 2008.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

WOODS, W. G. An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry. **Environmental Health Perspectives**, v. 102, p. 5-11, 1994.