

Efeitos da aplicação foliar de doses de boro no amendoim

Submetido - 31 jul. 2020

Aprovado - 05 set. 2020

Publicado - 14 out. 2020



<http://dx.doi.org/10.17648/sas.v1i2.72>

Ruan Aparecido Biagi Betiol

Engenheiro Agrônomo, Dumont, SP, ruanbetiol97@gmail.com.

Godofredo Cesar Vitti

Professor do Departamento de Ciências do Solo, Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, gcvitti@esalq.usp.br.

Jair Heuert

Engenheiro Agrônomo, Programa de Melhoramento do Amendoim – Embrapa, Santo Antônio de Goiás, GO, jair.heuert@embrapa.br.

Maxuel Fellipe Nunes Xavier

Discente de Agronomia do IFMT Campus São Vicente – Centro de Referência de Campo Verde, Campo Verde, MT, maxuefellipe90@gmail.com.

RESUMO

O boro (B) é o micronutriente mais limitante para a produção de amendoim no Brasil. A adubação boratada foliar pode ser uma estratégia viável para o fornecimento desse nutriente à cultura. O objetivo deste estudo foi avaliar os componentes de produção da cultura do amendoim em função de diferentes doses de B via foliar. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de B (0, 250, 500, 750, 1.000, 1.250 e 1.500 g ha⁻¹ de B), aplicados via foliar aos 30, 45 e 60 dias após a emergência da cultura. As parcelas foram de 3,6 metros de largura, com 4 linhas de plantio de espaçamento 0,90 m (2 linhas centrais como parcela útil), 20 metros de comprimento e um estande médio de 12 plantas por metro. A cultivar utilizada foi a IAC OL 4. Foram avaliados teor de B foliar e produtividade de vagens. Aplicações foliares de doses de B, entre 250 a 1.500 g ha⁻¹, aumentam os teores de B nas folhas. No entanto, aplicações de B não influenciam a produtividade de vagens do amendoim mesmo em solo com baixo conteúdo de B (<0,12 mg dm⁻³). Conclui que mais estudos são recomendados para entender o efeito da adubação boratada nos componentes de produção do amendoim. Atualizações são necessárias nos índices de suficiências de B no solo e na planta para a cultura.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L.; Adubação boratada; Adubação foliar.

Effects of foliar application of boron doses on peanuts

ABSTRACT

Boron (B) is the most limiting micronutrient for peanut production in Brazil. The foliar fertilization can be a viable strategy for the supply of this nutrient to the culture. The aim of this study was to evaluate the production components of the peanut crop as a function of different rates of B via leaf. The experimental design used was in randomized blocks, with 4 replications. The treatments consisted of the application of B (0, 250, 500, 750, 1,000, 1,250 and 1,500 g ha⁻¹ of B), applied via leaf at 30, 45 and 60 days after the emergence of the culture. The plots were 3.6 meters wide, with 4 planting lines spaced 0.90 m apart (2 central lines as a useful plot), 20 meters long and an average stand of 12 plants per meter. The cultivar used was IAC OL 4. Leaf B content and pod yield were evaluated. Leaf applications of B doses, between 250 to 1,500 g ha⁻¹, increase the levels of B in the leaves. However, applications of B do not influence the yield of peanut pods even in soil with low B content (<0.12 mg dm⁻³). It concludes that further studies are recommended to understand the effect of the fertilization on the peanut production

components. Updates are necessary in the sufficiency indexes of B in the soil and in the plant for the crop.

Keywords: *Arachis hypogaea* L.; Blurred fertilization; Foliar fertilization.

Efectos de la aplicación foliar de dosis de boro en el maní

RESUMEN

El boro (B) es el micronutriente más limitante para la producción de maní en Brasil. La fertilización foliar puede ser una estrategia viable para el aporte de este nutriente al cultivo. El objetivo de este estudio fue evaluar los componentes productivos del cultivo de maní en función de diferentes dosis de B vía hoja. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar, con 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en la aplicación de B (0, 250, 500, 750, 1.000, 1.250 y 1.500 g ha⁻¹ de B), aplicado vía foliar a los 30, 45 y 60 días después de la emergencia del cultivo. Las parcelas tenían 3.6 metros de ancho, con 4 líneas de plantación espaciadas 0.90 m (2 líneas centrales como parcela útil), 20 metros de largo y un rodal promedio de 12 plantas por metro. El cultivar utilizado fue IAC OL 4. Se evaluó el contenido de hojas B y el rendimiento de las vainas. Las aplicaciones foliares de dosis de B, entre 250 a 1.500 g ha⁻¹, aumentan los niveles de B en las hojas. Sin embargo, las aplicaciones de B no influyen en la productividad de las vainas de maní incluso en suelos con bajo contenido de B (<0,12 mg dm⁻³). Concluye que se recomiendan más estudios para comprender el efecto de la fertilización en los componentes de la producción de maní. Es necesario actualizar los índices de suficiencia de B en el suelo y en la planta para el cultivo.

Palabras clave: *Arachis hypogaea* L.; Fertilización borrosa; Fertilización foliar.

Introdução

A produção de amendoim primeira safra no Brasil foi de 544,8 mil toneladas no ano agrícola 2019/20, com uma produtividade média de 3.554 kg ha⁻¹, colocando o Brasil como 14^o produtor e 5^o maior exportador de amendoim do mundo. O estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor brasileiro de amendoim, representando aproximadamente 94% de toda a oferta nacional (CONAB, 2020; USDA, 2020; MASSAFERA, 2020).

O amendoim é cultivado em área de rotação com a cana-de-açúcar, normalmente entre os meses de outubro e fevereiro. O uso da leguminosa nesse sistema é uma boa alternativa, pois proporciona produção de alimentos, fixação biológica de nitrogênio, controle de plantas daninhas e controle indireto de pragas, consequentemente redução de custos e aumento da qualidade tecnológica do canavial. Salomé *et al.* (2007), utilizando a cultivar de amendoim IAC Caiapó em área de reforma de canavial, após três cortes observou um incremento médio em produtividade

de colmos de 15,6 ton ha⁻¹ e de pol de açúcar de 3,02 ton ha⁻¹ em relação ao controle.

O boro (B) é considerado um elemento essencial por participar nos processos de manutenção da estrutura da parede celular ligado a pectinas, e da membrana plasmática, ligado a glicoproteínas e glicolípídios, e atua na formação de estruturas reprodutivas nas plantas, grãos de pólen e tubo polínico (AGARWALA *et al.*, 1981; BROWN *et al.*, 2002; CAMACHO-CRISTÓBAL *et al.*, 2008). Portanto, a sua deficiência causa uma rápida inibição na formação de novos tecidos, em razão da função que exerce na composição da parede celular, divisão celular, alongação celular, metabolismo e transporte de carboidratos e na integridade da membrana plasmática (CAKMAK; RÖMHELD, 1997).

A deficiência do B no amendoim causa danos internos no grão, chamados de “hollow-heart”, devido à deformação e descoloração dos cotilédones (HARRIS; GILMAN, 1957). A planta de amendoim necessita de um suprimento constante de B durante todas as etapas do crescimento, mas principalmente da floração à colheita e sendo importante para o desenvolvimento dos nódulos radiculares, produção de proteínas, retenção das flores, aprimoramento da utilização do cálcio, e translocação de açúcares e proteínas das folhas até os grãos (BÓRAX, 2019).

O B influencia na produtividade e qualidade final da produção da oleaginosa, especialmente em áreas de solo com textura arenosa devido a lixiviação de B (ISMAIL; VOLKAR, 1997; ELAYARAJA; SINGARAVEL, 2010; FOLONI *et al.*, 2016). A aplicação foliar de 1,5 kg ha⁻¹ de B na cultura do amendoim em três épocas (30, 45 e 75 dias após emergência), apresentou incremento médio de 816 kg ha⁻¹ em relação ao controle (MANTOVANI *et al.*, 2013). Aplicação de 2,5 kg ha⁻¹ de B (Bórax) via solo proporcionou um aumento da altura das plantas e número de ramos laterais, resultando em um incremento médio de 340 kg ha⁻¹ em relação ao controle (KABIR *et al.*, 2013).

Para manter um teor adequado de B nas plantas de amendoim, a adubação boratada via aplicação foliar é uma estratégia viável, porém são poucos os conhecimentos sobre doses a serem utilizadas. Mantovani *et al.* (2013) mostrou que a aplicação foliar de 1,5 kg ha⁻¹ de B na cultura do amendoim em três épocas (30, 45 e 75 dias após emergência), apresentou incremento médio de 816 kg ha⁻¹ em relação ao controle. Com a hipótese que a adubação boratada foliar promove efeito positivo na produção de amendoim, o objetivo deste estudo foi avaliar os componentes de produção do amendoim em função de diferentes doses de B via foliar.

Material e métodos

O estudo foi realizado em delineamento experimental com blocos casualizados, testando 7 doses de B foliar (controle: 0; 250; 500; 750; 1.000; 1.250; e 1.500 g ha⁻¹) com 4 repetições. As parcelas foram de 3,6 metros de largura, com 4 linhas de plantio de espaçamento 0,90 m (2 linhas centrais como parcela útil), 20 metros de comprimento e um estande médio de 12 plantas por metro.

Anterior a instalação do experimento, foram realizadas análises química e física do solo, conforme descritas por Vitti (1989), Quaggio e Raij (2001) de modo a caracterizá-lo nas camadas de 0,00 - 0,25 m e 0,25 - 0,50 m. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico (EMBRAPA, 2018), com uma textura Areia Franca e baixo conteúdo de B (< 0,12 mg dm⁻³; 0,00 - 0,25 m).

Os resultados das análises para 0,00-0,25 m foram: pH (CaCl₂) 6,3; P 9,0 mg/dm³; K 1,5 mmolc/dm³; B <0,1 mg/dm³; Zn 0,4 mg/dm³; Fe 27,0 mg/dm³; Mn 3,7 mmolc/dm³; Cu 1,2 mg/dm³; Ca 28,0 mmolc/dm³; Mg 19,0 mmolc/dm³; Al 0,0 mmolc/dm³ e H+Al 11,0 mmolc/dm³ com saturação por bases 81,0%, CTC 60 mmolc/dm³ e matéria orgânica 14,0%. A análise granulométrica de areia, silte e argila apresentou 865, 25 e 110 g kg⁻³, respectivamente.

Os resultados das análises para 0,25-0,50 m foram: pH (CaCl₂) 4,2; P 2,0 mg/dm³; K 0,7 mmolc/dm³; B <0,1 mg/dm³; Zn 0,2 mg/dm³; Fe 25,0

mg/dm³; Mn 4,1 mg/dm³; Cu 0,9 mg/dm³; Ca 8,0 mmolc/dm³; Mg 6,0 mmolc/dm³; Al 3,0 mmolc/dm³ e H+Al 19,0 mmolc/dm³ com saturação por bases 43,0%, CTC 34% e matéria orgânica 8,0%. A análise granulométrica de areia, silte e argila apresentou 854, 23 e 123 g kg⁻³, respectivamente.

A cultivar de amendoim utilizada foi a IAC OL 4 pertencente ao grupo Virgínia ou Runner, a qual possui hábito de crescimento rasteiro. O experimento foi cultivado no sistema convencional com o uso de aração e gradagem. Inicialmente, a soqueira do canavial foi destruída e incorporada ao solo por meio de sucessivas gradagens (média de 5 gradagens). O solo foi manejado com a aplicação e incorporação do calcário dolomítico (2 ton ha⁻¹), associado a aplicação de gesso agrícola (1 ton ha⁻¹), 1 mês antes do plantio. Uma adubação de plantio, localizada no sulco foi realizada com a aplicação de 10, 75 e 25 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N; ureia), fósforo (P₂O₅; fosfato monoamônico), e potássio (K₂O; cloreto de potássio), respectivamente. Durante a condução do experimento não foi utilizado irrigação devido as condições ideais de precipitação. No manejo do solo não houve aplicação do boro via solo.

O plantio foi realizado no dia 10 de outubro 2018, com o arranquio 127 dias após o plantio. A aplicação do boro via foliar ocorreu em três momentos: 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE) da cultura, usando como fonte Boro monoetanolamina (150 g L⁻¹ de B). As aplicações foram realizadas utilizando um pulverizador pressurizado com CO₂, operando à pressão constante de 150 kPa, munido de barra de aplicação com quatro bicos jato plano, do tipo leque, modelo 110.04, espaçados em 0,50 m, que proporcionaram volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

Aos 133 dias após o plantio, após a devida secagem das plantas no campo, foram colhidos as 2 linhas centrais de cada parcela, para avaliação da produtividade de vagens (kg ha⁻¹), com correção do teor de umidade em 11%. A diagnose foliar de B foi determinada nas folhas do tufo apical das plantas, cinco dias após a última aplicação foliar seguindo as recomendações de Malavolta *et al.* (1997). A contagem de vagens e grãos foi realizada de forma aleatória em cinco plantas de cada parcela. Os dados

foram submetidos à análise de variância (ANOVA), quando o F foi significativo ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de regressão ($P < 0,05$).

Resultados e discussão

A variável teor de B foliar (mg kg^{-1}) foi influenciada significativamente em função das diferentes doses de B foliar aplicadas no amendoim IAC OL 4. Verifica-se que somente a variável produtividade de vagens (kg ha^{-1}) não sofreu efeito significativo, com média geral de $6.882,0 \text{ kg ha}^{-1}$ (**Tabela 1**).

Tabela 1. Valores médios e significância dos parâmetros: teor de B foliar (mg kg^{-1}) e produtividade de vagens (kg ha^{-1}) em função de diferentes doses de B foliar na cultivar de amendoim IAC OL 4. Ribeirão Bonito-SP, 2018/19.

Dose de B (g ha^{-1})	Teor de B foliar (g kg^{-1})	Produtividade de vagens (kg ha^{-1})
0	29,4	6.824
250	55,4	6.677
500	77,7	6.834
750	97,8	7.179
1.000	121,4	7.200
1.250	132,3	6.941
1.500	159,1	6.519
CV%	9,5	8,15
DMS	10,2	629,4
P-valor	0,001*	0,5 ^{ns}

CV e DMS representam coeficiente de variação e diferença mínima significativa, respectivamente; * – significativo a 5% de probabilidade pelo teste de regressão; ns – não significativo.

A aplicação foliar das doses de B proporcionou um aumento linear do teor de B nas folhas ($R^2: 99 P < 0,05$), alcançando o maior teor médio de $159,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de B nas folhas com a dose de 1.500 g ha^{-1} de B (**Tabela 1; Figura 1.A**). Observa-se incremento de 82% do melhor resultado de teor de B foliar obtido com a dose 1.500 g ha^{-1} ($159,1 \text{ mg kg}^{-1}$) quando comparado ao controle ($29,4 \text{ mg kg}^{-1}$). Com a mesma dose (1.500 g ha^{-1} de B), porém utilizando a fonte ácido bórico, em três épocas (30, 45 e 75 DAE), Mantovani *et al.* (2013), alcançou teor inferior de B nas folhas de amendoim ($48,3 \text{ mg kg}^{-1}$), em comparação ao presente trabalho.

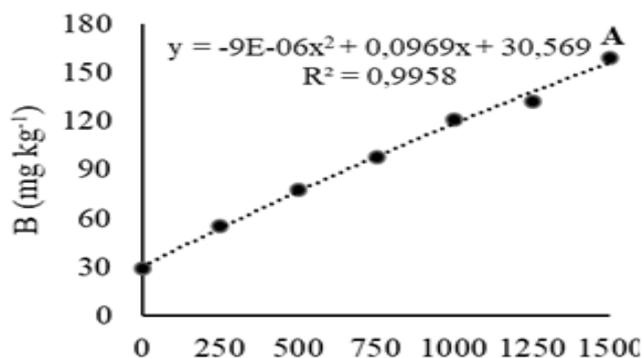


Figura 1. Teor de B foliar em função das de diferentes doses de B foliar na cultivar de amendoim IAC OL 4. Ribeirão Bonito-SP, 2018/19.

Os teores de B nas folhas estão dentro da faixa indicada como ótima para a cultura, 25 a 60 mg kg⁻¹ (Raij *et al.*, 1997). Observa-se que tratamento controle também apresentou teor de B dentro da faixa indicada. Esse resultado demonstra que o solo supriu as necessidades de B para a planta, mesmo sendo classificado com baixo conteúdo de B (0,12 mg dm⁻³). Marangoni *et al.* (2018) também observaram uma incerteza na faixa adequada de B em tecido de cana-de-açúcar para diagnóstico nutricional, o que possivelmente pode ser transmitido para a cultura do amendoim.

A positiva absorção do B é demonstrada pelo aumento linear do teor de B nas folhas. A taxa de absorção de B pelas folhas e raízes está estritamente relacionada com a concentração do nutriente fornecido no lado externo das estruturas. Essa absorção ocorre de forma passiva, controlada pela formação de complexos de boro não trocáveis no citoplasma e na parede celular, e pela permeabilidade da membrana plasmática (HU; BROWN, 1997).

Verifica-se que a produtividade não foi afetada pela aplicação das doses de B variando entre 6.519 e 7.200 kg ha⁻¹, com as respectivas doses de 1.500 e 1.000 g ha⁻¹ de B (Tabela 1). Ausência do efeito significativo do B foliar na produtividade de leguminosas também foi demonstrado por Silva *et al.* (2008) com feijoeiro usando doses entre 0 a 60 g ha⁻¹; e Kappes *et al.* (2008) com soja usando doses entre 0 a 400 g ha⁻¹. Discordam-se de Foloni *et al.* (2016) que mostrou efeito significativo da produtividade com adubação

borratada foliar (1 kg ha^{-1}), alcançando uma produtividade de 4.237 kg ha^{-1} e aumento de 626 kg ha^{-1} em relação ao controle.

Chitdeshwari e Poongothai (2003), observaram relação positiva entre a adubação boratada e o aumento na síntese de aminoácidos e proteínas na planta de amendoim, resultando em grãos de maior calibre e teor proteico. Qiong *et al.* (2002) mostrou que a aplicação de B foliar teve aumento significativo na atividade fotossintética das folhas e no transporte de fotoassimilados da parte vegetativa para a reprodutiva da planta, promovendo maior produção de flores, ginóforos por planta, incremento no peso de 100 grãos e na produtividade das parcelas em relação ao controle.

As produtividades nesse experimento foram altas, todas acima de 6.500 kg ha^{-1} , sendo-as superiores à média de produtividade de 4.000 kg ha^{-1} para o amendoim tipo Runner (Freitas *et al.*, 2005) e a estimativa média nacional de 3.554 kg ha^{-1} para o cultivo amendoim primeira safra (CONAB, 2020). A ausência do efeito do B no amendoim pode ser justificada, pois apesar dos baixos teores de B no solo, os mesmos foram suficientes para assegurar o potencial produtivo da cultura.

Conclusões

Aplicações foliares de doses de B, entre 250 a 1.500 g ha^{-1} , aumentam os teores de B nas folhas. No entanto, aplicações de B não influenciam a produtividade de vagens do amendoim mesmo em solo com baixo conteúdo de B ($< 0,12 \text{ mg dm}^{-3}$). Conclui que mais estudos são recomendados para entender o efeito da adubação borratada nos componentes de produção do amendoim. Atualizações são necessárias nos índices de suficiências de B no solo e na planta para a cultura.

Referências

ABOYEJI, C.; OLUWAGBENGA, D.; ADEKIYA, A. O.; CHINEDUM, C.; SULEIMAN, K. O.; OKUNLOLA, F. O.; AREMU, C. O.; OWOLABI, I. O.; OLOFINTOYE, T. A. J. Efeito do adubo foliar à base de sulfato de zinco e boro no crescimento, rendimento, minerais e composição de metais pesados de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivado em um alfissolo. **International Journal of Agronomy**, v. 2019, p. 1-7, 2019.

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.

BROWN, P. H.; BELLALOU, N.; WIMMER, M. A.; BASSIL, E. S.; RUIZ, J.; HU, H.; PFEFFER, H.; DANIEL, F.; RÖMHELD, V. Boron in plant biology. **Plant Biology**, v. 4, n. 2, p. 205-223, 2002.

BÓRAX, U, S. **Oil crops, Peanut**. 2019. Disponível em: <<https://agriculture.borax.com/crop-guides/oil-crops/peanut>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

CAMACHO-CRISTÓBAL, J. J.; REXACH, J.; GONZÁLEZ-FONTES, A. **Boron in plants: Deficiency and toxicity**. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 50, n. 10, p. 1247-1255, 2008.

CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency induced impairments of cellular functions in plants. **Plant and Soil**, v. 193, n. 1, p. 71-83, 1997.

CHITDESHWARI, T.; POONGOTHAI, S. Yield of groundnut and its nutrient uptake as influenced by zinc, boron and sulphur. **Agric. Sci. Digest**, v. 23, n. 4, p. 263-266, 2003.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Monitoramento agrícola, v. 7 – safra 2019/20 – Décimo levantamento, p. 1-74, jul. 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

ELAYARAJA, D.; SINGARAVEL, R. Evaluation of boron levels and organics on Solo nutrients and yield of groundnut in coastal sandy Solo. **Madras Agric. J.**, v. 97, n. 4-6, p. 142-144, 2010.

QIONG, D. Y.; RONG, L. X.; HUA, H. J.; ZHIYAO, H.; HONG, Z. X. Effect of boron and molybdenum on the growth development and yield of peanut. **Plant Nutrition and Fertilizer Science**, v. 8, n. 2, p. 233, 2002.

FOLONI, J. S. S.; BARBOSA, A. M.; CATUCHI, T. A.; CALONEGO, J. C.; TIRITAN, C. S.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Efeitos da gessagem e da adubação boratada sobre os componentes de produção da cultura do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 2, p. 202-208, 2016.

FREITAS S. M.; MARTINS S. S.; NOMI, A. K.; CAMPOS, A. F. Evolução do mercado brasileiro de amendoim. In: SANTOS, R. C. (Ed.) **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**. Campina Grande, EMBRAPA. 2005. p. 16-44.

HARRIS, H. C.; GILMAN, R. L. Effect of boron on peanuts. **Solo Science**, v. 84, n. 3, p. 233-242, 1957.

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

ISMAIL, C.; VOLKAR, R. Boron nutrition of crops in relation to yield and quality- a review. **Plant and Solo**, v. 193, p. 71-83, 1997.

KABIR, R.; YEASMIN, S.; ISLAM, A. K. M.; SARKAR, M. A. R. Effect of phosphorus, calcium and boron on the growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **International Journal of Bio-science and Bio-technology**, v. 5, n. 3, p. 51-60, 2013.

KAPPES, C.; GOLO, A. L.; CARVALHO, M. A. C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 3, p. 291-297, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997.

MANTOVANI, J. P. M.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. **Ceres**, v. 60, n. 2, p. 1357-1359, 2013.

MASSAFERA, R. **Amendoim brasileiro pode ter safra recorde este ano**. 2020. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/outras/amendoim-brasileiro-pode-ter-safra-recorde-este-ano-160320>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total. In: RAIJ B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Eds). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001. p. 181-188.

RAIJ, B.; SILVA, N. M.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas, Instituto Agronômico. 285p. 1997.

SALOMÉ, J. R.; SAKAI, R. H.; AMBROSANO, E.; BUENO, J. P. Viabilidade econômica da rotação de adubos verdes com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 116-119, 2007.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; BISCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 46-52, 2008.

USDA. **World Agricultural Production**. Foreign Agricultural Service, wap 5-20, p. 32, jul. 2020.

VITTI, G. C. **Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta**. Jaboticabal: Funep, 1989.