

FERTILIZAÇÃO COM ENXOFRE E BORO VIA SOLO MELHORA A PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM CULTIVADO EM SOLOS ARENOSOS

Caio Augusto Bais¹; Carlos Felipe dos Santos Cordeiro²; Gilmar Santos Martins Junior¹; Gian Lucas Bresqui Andrade¹; Antonio Cesar Padovan¹; Adenilson José de Souza¹; Leonardo Vesco Galdi¹; & Fábio Rafael Echer¹

¹Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Campus de Presidente Prudente – fabioecher@unoeste.br

²Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu – cordeirocfs@gmail.com

PROBLEMÁTICA

O boro (B) e o enxofre (S) são dois nutrientes essenciais às plantas, e solos arenosos normalmente possuem baixos teores de ambos, o que demanda reposição via adubação para exploração do potencial de cultivo. A peculiaridade desses nutrientes é que possuem alto potencial de lixiviação, pois o boro não forma cargas no solo e o enxofre na forma aniônica SO_4^{2-} , o que limita ou impede sua ligação com os minerais de argila e com a matéria orgânica do solo. Entretanto ainda não se qual é a dose adequada desses nutrientes para o amendoim, e se há vantagens da aplicação via solo desses dois nutrientes de forma associada.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O S é um macronutriente que atua principalmente na biossíntese de aminoácidos, ou seja, é importante para formação das proteínas, além de atuar no processo fotossintético da planta e fixação biológica de nitrogênio (Poisson et al., 2019). Entre as culturas cultivadas nos trópicos o amendoim é uma das mais exigentes em S (Marschner, 1995). Lavouras de alta produtividade de amendoim no Brasil absorvem em torno de 22 kg ha⁻¹ de S e exportam cerca de 12 kg ha⁻¹ (Cordeiro et al., 2023). Na literatura internacional foi reportado produtividade máxima do amendoim com aplicação entre 30 e 40 kg ha⁻¹ de S, via sulfato de amônio, porém essas lavouras atingiram produtividades máximas de 3,8 t ha⁻¹ de amendoim em casca (Hoang et al., 2020). Atualmente no Brasil as cultivares modernas tipo *runner* têm produtividades entre 6 e 7 t ha⁻¹ de amendoim em casca (Bassanezi et al., 2021), ou seja, possivelmente a máxima produtividade pode ser obtida com dose superior ao que foi reportado na literatura internacional. Além disso, quando se utiliza enxofre elementar deve-se considerar a taxa de oxidação do S, que pode ser menor em solos arenosos.

A deficiência de B no amendoim causa deformidades na formação dos cotilédones, levando a ocorrência do coração oco nas sementes, o que reduz sua qualidade e a produtividade (Harris e Brolmann, 1966; Rerkasem et al., 1993; Cordeiro et al., 2024). Por outro lado, a nutrição adequada com B melhora a absorção de nitrogênio e cálcio pelo amendoim, além de aumentar o número de vagens, produtividade e rendimento de grãos (Mantovani et al., 2013), reflexo do aumento da taxa fotossintética e síntese e carboidratos (Mousavi et al., 2022). O amendoim extrai cerca de 95 g de B para cada tonelada de amendoim em casca produzido (Cordeiro et al., 2023) e tem sido reportado incremento de produtividade com adubação via solo e via foliar (Cordeiro et al., 2024). Entretanto ainda não se sabe se há benefício da adubação com S e B de forma associada sobre a produtividade do amendoim. O objetivo do estudo foi avaliar a produtividade do amendoim em função da adubação com S e B de forma isolada ou associada.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Os experimentos foram conduzidos em áreas comerciais de produção de amendoim, nos municípios de Regente Feijó – SP (22° 13' 7" S, 51° 18' 21" O), Latossolo Vermelho Distrófico, textura arenosa, e em Tupã – SP (22° 12' 08" S, 50° 39' 60" O), em um Latossolo Vermelho Distrófico, textura arenosa, na safra 2022/2023. Os teores iniciais de S no solo em Regente Feijó e Tupã (0 – 20 cm) eram de 3,5 e 4,0 mg dm⁻³, respectivamente, e de B eram 0,19 e 0,34 mg dm⁻³, respectivamente. A precipitação foi de 950 mm em Tupã-SP e 1240 mm em Regente Feijó-SP durante o ciclo do amendoim.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições em esquema de parcelas sub-divididas, onde, nas parcelas foram alocadas as fontes de S e B: Ulexita acidulada (10% B), S-elementar (90% S), Ulexita acidulada (10%) + enxofre elementar (90%) e Ulexita acidulada + S-elementar no mesmo grânulo (72% S e 2% B). Nas sub-parcelas foram alocadas as doses de S e B: sem aplicação (dose zero), 0,83 kg ha⁻¹ de B e 30 kg ha⁻¹ de S (dose baixa), 1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S (dose intermediária) e 3,3 kg ha⁻¹ de B e 120 kg ha⁻¹ de S (dose alta), aplicado via solo no momento da semeadura, manualmente. As parcelas tiveram dimensões de 3,6 m (largura) x 6 m (comprimento).

A semeadura foi realizada no dia 17/10/2022 no município de Tupã e 25/10/2022 em Regente Feijó, mecanicamente, com 32 sementes por metro e espaçamento de 0,73x0,17 m entre linhas, em sistema de linha dupla, com a cultivar Granoleico. Foi realizada a aplicação de 12, 90 e 30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Por ocasião da maturidade fisiológica dos frutos, em torno de 130 dias após a emergência, quando 70% de vagens estavam maduras (R8-R9), foram colhidas as plantas em 1 metro de cada uma das duas linhas centrais de cada unidade experimental para avaliação de produtividade de amendoim em casca, sendo a umidade dos grãos de amendoim corrigida à 7%. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade média dos experimentos foi de 6135 kg ha⁻¹ (Tupã-SP) e 5149 kg ha⁻¹ (Regente Feijó-SP) (Figura 1), estando acima da produtividade média da região do Oeste de São Paulo (4000 kg ha⁻¹) (Conab, 2023). A fertilização com S e B aumentou a produtividade do amendoim, sendo o incremento médio de 15% (850 kg ha⁻¹ de amendoim em casca) quando aplicado a dose adequada (dependente da fonte e ambiente de produção) em relação ao controle.

Quando aplicado apenas B, a máxima produtividade foi com a dose intermediária de B (1,7 kg ha⁻¹) resultando em incremento médio de 6% (300 kg ha⁻¹) e 15% (750 kg ha⁻¹) em Tupã – SP e Regente Feijó-SP, respectivamente. Esses dados estão de acordo com resultados recentes que pesquisa, que reportaram máxima produtividade do amendoim com doses de B entre 1,5 e 3,0 kg ha⁻¹ dependendo da solubilidade da fonte utilizada (Cordeiro et al., 2024).

Com relação ao enxofre, a máxima produtividade também foi com uso da dose intermediária (60 kg ha⁻¹), resultando em incremento médio de 10% (520 kg ha⁻¹) em ambos os locais. Foi reportado anteriormente que a máxima produtividade foi com dose de 30 e 40 kg ha⁻¹ de S quando a fonte usada foi o sulfato de amônio (Hoang et al., 2020), isso mostra que a dose de S deve ser ajustada em função da fonte utilizada. Uma vez que a fonte S-elementar precisa ser oxidada para que o amendoim possa absorver o S.

Entretanto a máxima produtividade do estudo foi obtida com aplicação associada de enxofre e boro com dose intermediária (1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S), com incremento médio de 20% (1100 kg ha⁻¹ de amendoim em casca) comparado ao controle (média duas áreas). Além disso, não houve diferença entre os tratamentos B+S I (aplicado em grânulos separados) e B+S II (aplicado no mesmo grânulo). Adicionalmente, deve-se atentar para a aplicação de alta dose de B, pois o uso de 3,3 kg ha⁻¹ –

Ulexita acidulada, reduziu a produtividade do amendoim, em relação a dose baixa e intermediária. A aplicação de 120 kg ha⁻¹ de S em Regente Feijó-SP também reduziu a produtividade do amendoim, comparado a dose baixa e intermediária (Figura 1).

APLICAÇÃO PRÁTICA

Em solos arenosos com deficiência de S e B, a máxima produtividade do amendoim é obtida com aplicação de 60 kg ha⁻¹ de enxofre (S) e 1,7 kg ha⁻¹ de boro (B). Se aplicado de forma associada esse manejo aumentou a produtividade do amendoim em até 20% (1100 kg ha⁻¹ de amendoim em casca). Não há diferença entre a aplicação do enxofre e boro em grânulos separados ou no mesmo grânulo, mas a aplicação de um único fertilizante com os dois nutrientes no mesmo grânulo melhora a eficiência operacional.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor Helder Lamberti e ao Grupo Beatrice pelo apoio na condução dos estudos e a empresa ICL por financiar o estudo.

LITERATURA CITADA

Bassanezi, I. L. A., Rodrigues, D. R., dos Santos Cordeiro, C. F., & Echer, F. R. (2021). Produtividade de cultivares de amendoim no Oeste Paulista—safra 2020/2021. *South American Sciences*, 2(edesp1), e21120-e21120.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento, 2023. Download disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/47457_c679632d468e7e3b773692c53d1e4c05. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

Cordeiro, C.F.S., Galdi, L.V., Aandrade, G.L.B., Junior, G.S.M., Echer, F.R. Extração e exportação de nutrientes por cultivares modernas de amendoim. *Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UNOESTE*. v. 4, 2023, p. 88-93.

Cordeiro, C. F. S., Galdi, L. V., Silva, G. F. D., Custodio, C. C.; Echer, F. R. Boron nutrition improves peanuts yield and seed quality in a low B sandy soil. *Revista Brasileira de ciência do solo (Online)*, 2024. (no prelo).

Hoang, T. T. H., Do, D. T., Nguyen, H. N., Nguyen, V. B., Mann, S., & Bell, R. W. (2021). Sulfur management strategies to improve partial sulfur balance with irrigated peanut production on deep sands. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(11), 1465-1478.

Harris, H. C., & Brolmann, J. B. (1966). Comparison of Calcium and Boron Deficiencies of the Peanut II. Seed Quality in Relation to Histology and Viability 1. *Agronomy Journal*, 58(6), 578-582.

Mantovani, J. P. M.; Calonego, J. C.; Foloni, J. S. S. (2013). Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. *Revista Ceres*, 60, 270-278.

Mousavi, S. M., Nejad, S. A. G., Nourgholipour, F., & Zoshkey, S. A. (2022). Agronomic aspects of boron: fertilizers, agronomical strategy, and interaction with other nutrients. In *Boron in Plants and Agriculture* (pp. 249-270). Academic Press.

Marschner H. 1995. Functions of mineral nutrients micronutrients. In: mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London: Academic Press; p. 313–404.

Poisson, E., Trouverie, J., Brunel-Muguet, S., Akmouche, Y., Pontet, C., Pinochet, X., & Avice, J. C. (2019). Seed yield components and seed quality of oilseed rape are impacted by sulfur fertilization and its interactions with nitrogen fertilization. *Frontiers in plant science*, 10, 458.

Rerkasem, B., Bell, R. W., Lodkaew, S., & Loneragan, J. F. (1993). Boron deficiency in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] peanut (*Arachis hypogaea* L.) and black gram [*Vigna mungo* (L.) Hepper]: Symptoms in seeds and differences among soybean cultivars in susceptibility to boron deficiency. *Plant and Soil*, 150(2), 289-294.

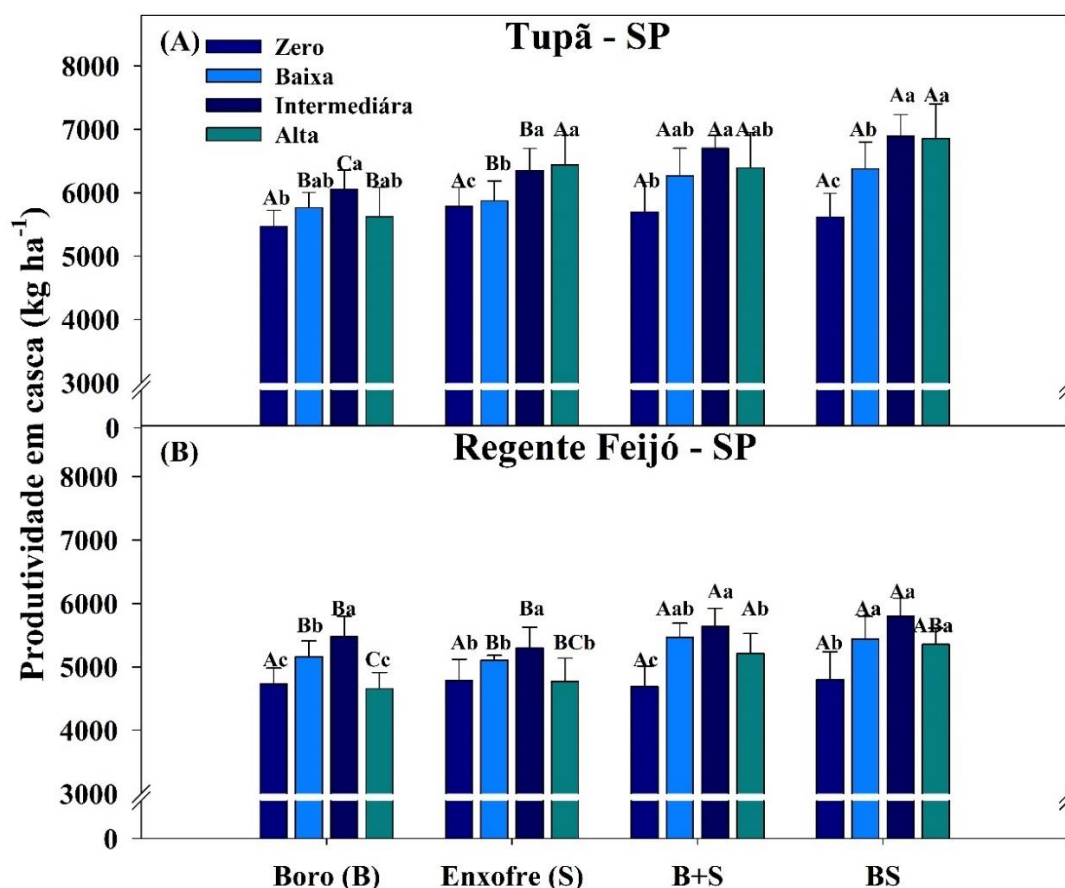


Figura 1. Produtividade do amendoim em casca em função de diferentes doses, fontes e métodos de adubação com enxofre e boro via solo em Tupã-SP e Regente Feijó-SP. Letras maiúsculas compararam fontes de enxofre e boro. Letras minúsculas comparam doses de enxofre e boro. Dose zero (sem aplicação); dose baixa (0,83 kg ha⁻¹ de B e 30 kg ha⁻¹ de S); dose intermediária (1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S) e dose alta (3,3 kg ha⁻¹ de B e 120 kg ha⁻¹ de S). B+S: boro e enxofre aplicados de forma associada em grânulos diferentes. BS: boro e enxofre aplicados de forma associada no mesmo grânulo.