



Suplementos Químicos Agrícolas na Cultura do Feijoeiro



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
64**

**Suplementos Químicos Agrícolas
na Cultura do Feijoeiro**

*Cleber Morais Guimarães
Luís Fernando Stone
Pedro Henrique Lopes Sarmiento*

**Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás, GO
2022**

Embrapa Arroz e Feijão
Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533-2105
Fax: (62) 3533-2100
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da
Embrapa Arroz e Feijão

Presidente
Roselene de Queiroz Chaves

Secretário-Executivo
Luiz Roberto Rocha da Silva

Membros
Ana Lúcia Delalibera de Faria, Luís Fernando Stone, Newton Cavalcanti de Noronha Júnior, Tereza Cristina de Oliveira Borba

Supervisão editorial
Luiz Roberto Rocha da Silva

Revisão de texto
Luiz Roberto Rocha da Silva

Normalização bibliográfica
Ana Lúcia Delalibera de Faria

Projeto gráfico da coleção
Fabiano Severino

Editoração eletrônica
Fabiano Severino

Foto da capa
Sebastião José de Araújo

1ª edição
Publicação digital - PDF (2022)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Arroz e Feijão

Guimarães, Cleber Morais.

Suplementos químicos agrícolas na cultura do feijoeiro / Cleber Morais Guimarães; Luís Fernando Stone; Pedro Henrique Lopes Sarmento. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2022.

14 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9601 ; 64)

1. Feijão - Nutrientes - Aplicação via foliar. 2. Feijão - Nutrientes - Aplicação via solo. 3. Feijão - Estimulante de crescimento. I. Stone, Luís Fernando. II. Sarmento, P. H. L. III. Título. IV. Embrapa Arroz e Feijão. V. Série.

CDD 635.652891

Ana Lúcia Delalibera de Faria (CRB-1/324)

© Embrapa, 2022

Sumário

Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	10
Conclusão.....	12
Referências	13

Suplementos Químicos Agrícolas na Cultura do Feijoeiro

Cleber Morais Guimarães¹

Luís Fernando Stone²

Pedro Henrique Lopes Sarmento³

Resumo - Objetivou-se determinar o efeito da aplicação de suplementos químicos agrícolas no feijoeiro, cultivar BRS Estilo, em Sistema Plantio Direto (SPD). Foram conduzidos dois experimentos, no inverno de 2018 e de 2019, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO, avaliando os efeitos dos seguintes tratamentos: 1) Gesso agrícola, 200 kg ha⁻¹, na semeadura; 2) Boro, 1 kg ha⁻¹, na semeadura; 3) MAP via foliar, 1,5 kg ha⁻¹, em ambos os estádios, V4 e R5; 4) Ca via foliar, 680 g ha⁻¹, em ambos os estádios, V4 e R5; 5) Boro via foliar, 100 g ha⁻¹, também em ambos os estádios, V4 e R5; e 6) bioestimulante, 0,5 L ha⁻¹, em V4. Usou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e a adubação conforme a análise química do solo e os tratos agronômicos recomendados para a cultura. Verificou-se que a produtividade, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e o estande final diferenciaram significativamente entre os dois anos de condução dos experimentos. Observou-se também que todos os suplementos químicos agrícolas usados, nas doses e nas condições de condução dos experimentos, não interferiram na produtividade nem nos demais componentes agronômicos.

Termos para indexação: MAP, cálcio, cinetina, ácido giberélico, ácido indolbutírico, produtividade.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

³ Engenheiro-agrônomo, mestre em Economia Aplicada, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

Agricultural Chemical Supplements in Common Bean Crop

Abstract - The objective was to determine the effect of the application of agricultural chemical supplements on common bean, cultivar BRS Estilo, in a no-tillage system. Two experiments were conducted, in two consecutive years, winter 2018 and 2019, at Embrapa Rice & Beans, Santo Antônio de Goiás, GO, for evaluating the effects of the following agricultural chemical supplements: 1) Agricultural gypsum, 17% Ca, 14% S 200 kg ha⁻¹ at sowing; 2) Boron, boric acid, 17% boron 1 kg ha⁻¹ at sowing; 3) MAP by leaf, monoammonium phosphate, 54% P 1.5 kg ha⁻¹ in V4 third open trifoliolate by leaf + 1.5 kg ha⁻¹ in R5 appearance of the first flower buds stages; 4) Ca by leaf, calcium nitrate, 17% Ca 680 g ha⁻¹ in V4 + 680 g ha⁻¹ in R5; 5) Boron by leaf, boric acid 17% boron 100 g ha⁻¹ in V4 + 100 g ha⁻¹ in R5; 6) foliar biostimulant, kinetin 0.09 g L⁻¹ + gibberellic acid 0.05 g L⁻¹ + indole butyric acid 0.05 g L⁻¹ 0.5 L ha⁻¹ in V4. The randomized block design was used with four replications and fertilization according to the chemical analysis of the soil and the agronomic treatments recommended for the crop. It was verified that the grain yield, the number of grains per pod, the mass of 100 grains and the final stand significantly differed between the two years of conducting the experiments. It was also observed that all the agricultural chemical supplements used, in the doses and in the conditions of conduction of the experiments, did not interfere in the grain yield or in the other agronomic components.

Index terms: MAP, calcium, kinetin, gibberellic acid, indole butyric acid, yield.

Introdução

Os suplementos químicos agrícolas, aliados à adoção de sementes melhoradas e ao manejo adequado, são usados para aumentar a produtividade das culturas, entre as quais do feijoeiro irrigado. Esses suplementos são definidos como substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nas plantas, nas sementes ou no solo para alterar os seus processos vitais e estruturais, a fim de incrementar a produtividade, melhorar a qualidade vegetativa das plantas e facilitar a colheita (Laca-Buendia, 1989; Ávila et al., 2008). Entre os produtos comercialmente disponíveis estão o composto formado pelos ácidos giberélico e indolbutírico e a cinetina. O ácido giberélico é um estimulante do crescimento radicular (Pasqual; Ando, 1991), que atua na germinação das sementes, ativando enzimas como a α -amilase e a protease, que desdobram as substâncias reservas do endosperma, facilitando a disponibilização de energia para a germinação (George et al., 2008). Promovem, ainda, a quebra da dormência, o alongamento e o crescimento do caule, a divisão celular e, conseqüentemente, a expansão foliar (Taiz; Zeiger, 2009), demandando, muitas vezes, a ação conjunta com outros hormônios. O ácido indolbutírico é importante indutor de enraizamento por não sofrer intervenções biológicas, ser persistente e ter ação localizada (Miranda et al., 2004). A cinetina tem efeito semelhante sobre o crescimento radicular do feijoeiro (Oliveira et al., 1994), além de atuar no desenvolvimento vascular, dominância apical e mobilização de nutrientes (Nishimura et al., 2004). Segundo Taiz e Zeiger (2009), níveis altos dessa citocinina promovem o crescimento da parte aérea, e afirmam também que, em condições nutricionais baixas, os níveis são reduzidos, o que aumenta o crescimento da raiz, permitindo que a planta adquira de forma mais eficiente os nutrientes do solo. Por outro lado, em condições de boa fertilidade do solo, os níveis de citocinina aumentam, favorecendo o crescimento da parte aérea da planta, ou seja, a capacidade fotossintética.

O cálcio (Ca) atua em processos metabólicos relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas, como alongamento, divisão e diferenciação celular, defesa e resposta a estresses bióticos e abióticos (White; Broadley, 2003), atuando também no desenvolvimento do tubo polínico e na fertilização das flores (Krichevsky et al., 2007), evidenciando a importância no desenvolvimento reprodutivo das plantas. O movimento do Ca no interior

da planta é restrito às rotas apoplásticas, altamente dependente do fluxo transpiratório (White; Broadley, 2003), portanto fatores que afetam o fluxo podem induzir deficiência do elemento nas estruturas reprodutivas, com consequente redução da quantidade de vagens fixadas.

A resposta da cultura do feijoeiro à adubação via solo, no que se refere ao fósforo (P), está bem estabelecida. Por outro lado, é crescente o número de produtores que estão aplicando P via pulverização foliar, sob a alegação de que ocorre melhor aproveitamento no solo, refletindo no aumento da produtividade. Na literatura há relatos de benefícios resultantes da aplicação foliar de P para outras culturas produtoras de grãos, a exemplo da soja (Rezende et al., 2005). Em alguns estudos houve aumento do teor de P na planta em quantidade superior à aplicada via foliar, sugerindo que a aplicação foliar estimula a planta a absorver mais P do solo. Dal Bello et al. (2011) observaram acréscimo de até 15% na produtividade com a aplicação de P foliar no estágio vegetativo do feijoeiro. Entretanto, com o intuito de conseguir produtividade acima da capacidade de suporte do solo, que muitas vezes foi comprometida pela capacidade supressiva de doenças e insetos-praga, os suplementos agrícolas são aplicados indiscriminadamente, o que onera o custo de produção e compromete o meio ambiente com a geração de resíduos químicos, causando insustentabilidade ambiental e econômica do sistema de produção do feijoeiro irrigado.

A quantidade de boro (B) requerida para a produção de grãos, geralmente, é maior do que a necessária para o crescimento vegetativo. Dessa forma, mesmo em situações nas quais a cultura está em solo com boas características físicas e químicas, podem ser obtidos aumentos na produtividade com a aplicação de B. O B interfere na absorção de P, Cl e K. Adicionalmente, ao formar complexos através de ligações cis-diol com fotoassimilados, facilita o descarregamento a partir dos sítios de síntese, por torná-los mais solúveis. Com a deficiência de B ocorre acúmulo de carboidratos na parede celular, o que causa espessamento e endurecimento e dificulta o aumento do volume e a divisão celular, portanto compromete o seu crescimento em todas as zonas de crescimento, inclusive no sistema radicular. Todos esses fatores ajudam a explicar o comprometimento da germinação do grão de pólen, do crescimento do tubo polínico, dos frutos e das folhas, da nodulação e do crescimento radicular (Malavolta, 1980; Coetzer et al., 1990). Pulverizações com ácido bórico no feijoeiro, no período de abertura das primeiras flores,

podem aumentar a retenção de vagens e, conseqüentemente, elevar a produtividade de grãos e a indução do crescimento radicular (Lenoble et al., 1993; Lukaszewski; Blevins, 1996). Considerando-se o relatado, conduziu-se este trabalho, o qual contribui com as metas 2.1, 2.2 e 2.4 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável Fome Zero e Agricultura Sustentável (ODS2) da Organização das Nações Unidas. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de suplementos químicos agrícolas no feijoeiro, cultivar BRS Estilo, em SPD.

Material e Métodos

Dois experimentos foram conduzidos, em dois anos consecutivos, inverno de 2018 e de 2019, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO, localizada a 16° 30' 13,23" de latitude Sul e 49° 16' 54,73 de longitude Oeste e altitude de 823 m. Segundo a classificação de Köppen, o município de Santo Antônio de Goiás, GO, apresenta clima Aw, tropical de savana, megatérmico. A temperatura média anual do ar é de 23 °C e o mês de junho tem a menor média de temperatura mínima do ar (14,4 °C), enquanto setembro tem a maior média de temperatura máxima do ar (31,7 °C). O regime pluvial é bem definido, ou seja, período chuvoso de outubro a abril e seco de maio a setembro. A precipitação pluvial média anual é de 1.498 mm, com umidade relativa média do ar de 70%, tendo o mês de agosto o menor índice (47%). A perda média anual de água para a atmosfera, estimada pelo método de Penman Montheith, é da ordem de 1.559 mm (Silva et al., 2012).

Nos experimentos foram avaliados os efeitos dos suplementos químicos agrícolas: 1) gesso agrícola (17% Ca, 14% S) 200 kg ha⁻¹ na semeadura; 2) boro (ácido bórico, 17% de B) 1 kg ha⁻¹ na semeadura; 3) MAP via foliar (fosfato monoamônico, 54% de P) 1,5 kg ha⁻¹ no estádio V4 (terceira folha trifoliolada aberta) + 1,5 kg ha⁻¹ no estádio R5 (surgimento dos primeiros botões florais); 4) Ca via foliar (nitrato de cálcio, 17% de Ca) 680 g ha⁻¹ em V4 + 680 g ha⁻¹ em R5; 5) boro via foliar (ácido bórico 17% de B) 100 g ha⁻¹ em V4 + 100 g ha⁻¹ em R5; e 6) bioestimulante via foliar (cinetina 0,09 g L⁻¹ + ácido giberélico 0,05 g L⁻¹ + ácido indolbutírico 0,05 g L⁻¹) 0,5 L ha⁻¹ em V4.

Com os suplementos químicos agrícolas foram montados sete tratamentos, o primeiro, completo, com todos os suplementos, e os outros seis com a retirada de um dos suplementos, usando-se o delineamento de blocos ao

acaso e quatro repetições. A cultivar usada foi a BRS Estilo, com sementeiras do primeiro e segundo experimentos nos dias 06/06/2018 e 04/06/2019, respectivamente. As parcelas foram de quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m.

A adubação adotada foi conforme a análise química do solo e as recomendações para a cultura, e os tratos agrônômicos, como controle de plantas daninhas, de insetos-praga e de doenças, foram os recomendados para a cultura (Carneiro et al., 2015). Foram determinadas a produtividade, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e o estande final em número de plantas por m². Foram realizadas também as análises conjuntas dos experimentos e os dados submetidos à análise de variância, usando o procedimento GLM do programa estatístico SAS (SAS Institute, 1999).

Resultados e Discussão

A produtividade, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e o estande final diferenciaram-se significativamente entre os dois anos de condução dos experimentos (Tabela 1). As produtividades médias foram 2.574 kg ha⁻¹ e 3.654 kg ha⁻¹; os números de vagens por planta de 16,1 e 14,8; os de grãos por vagem 3,4 e 4,6; os de plantas por m² de 21,3 e 26,7; e as massas de 100 grãos de 26,68 g e 24,41 g em 2018 e 2019, respectivamente. A maior produtividade de grãos, observada em 2019, possivelmente pode ser explicada tanto por condições edafoclimáticas diferenciadas como pela maior densidade populacional observada. O maior número de plantas por m² pode ter contribuído para o menor número de vagens por planta, apesar de não significativo estatisticamente. O menor número de vagens por m², por compensação, resulta no aumento do número de grãos nas vagens que, por sua vez, por limitação de carboidratos, implica na redução na massa de 100 grãos (Tabela 2).

As condições locais diferenciadas dos dois anos de condução dos experimentos influenciaram nos resultados de forma semelhante, pois as interações ano e local de condução não foram significativas para todos os componentes avaliados (Tabela 1). Observou-se ainda que todos os suplementos químicos agrícolas usados, nas doses e nas condições de

condução dos experimentos, não interferiram na produtividade nem nos demais componentes agrônômicos. Vieira e Pinto (2002) também não observaram efeito significativo na produtividade do feijoeiro irrigado, cultivar Pérola, em Viçosa, MG, com a aplicação foliar de ácido bórico, em R6 (floração), na dose de 100 mg L⁻¹ da solução. Por outro lado, Lukaszewski e Blevins (1996) afirmaram que pulverizações com ácido bórico em feijoeiro, no período de abertura das primeiras flores, podem aumentar a retenção de vagens e, conseqüentemente, elevar a produtividade de grãos e induzir o crescimento radicular. Harmankaya et al. (2008) observaram que tanto o B aplicado via foliar quanto no solo resultaram no ganho de produtividade, porém, quando via foliar, os resultados foram mais significativos, 10% de aumento da produtividade com a aplicação de 3 kg ha⁻¹ de B no solo e 20% com a aplicação de 300 g ha⁻¹ de B via foliar. Silva et al. (2006) relataram que, não apenas o B, mas também o Ca, via foliar, em R6 e R6 + 7 dias, não alterou os componentes de produção e de produtividade, entretanto, o vigor das sementes aumentou com a aplicação dos dois nutrientes.

Tabela 1. Resumo da análise de variância da produtividade, do número de vagens por planta (NVP), do número de grãos por vagem (NGV), da massa de 100 grãos (M100) e do estande final, em número de plantas por m² (SF), nos experimentos em que o feijoeiro foi submetido a suplementos químicos na semeadura e via foliar, estádios V4 (terceira folha trifoliolada aberta) e R5 (surgimento dos primeiros botões florais).

CV	GL	Produtividade (kg ha ⁻¹)	NVP (nº)	NGV (nº)	M100 (g)	SF (nº m ⁻²)
Ano (A)	1	16342562,571*	23,921 ^{ns}	20,643*	72,413*	405,544*
Erro	6	166611,75	16,69	0,275	2,36	8,59
Tratamento (T)	6	216364,167 ^{ns}	13,317 ^{ns}	0,296 ^{ns}	1,381 ^{ns}	6,747 ^{ns}
A x T	6	159348,738 ^{ns}	4,541 ^{ns}	0,302 ^{ns}	1,804 ^{ns}	8,51 ^{ns}
Erro	36	129582,94	12,6	0,266	1,95	9,44
CV (%)		11,56	22,91	12,8	5,47	12,79

*F: Significativo a 5%; ns: Não significativo.

Quanto ao MAP via foliar, como visto anteriormente, não foi observado acréscimo na produtividade com a aplicação, entretanto, Dal Bello et al. (2011) observaram aumento de até 15% na produtividade com a aplicação de P foliar no estádio vegetativo do feijoeiro.

Silva (2021) verificaram que o mesmo bioestimulante (cinetina 0,09 g L⁻¹ + ácido giberélico 0,05 g L⁻¹ + ácido indolbutírico 0,05 g L⁻¹) usado neste estudo, associado a doses de nitrogênio (N), não proporcionou efeito positivo no crescimento e no desenvolvimento do feijoeiro. Resultados similares foram observados por Capristo et al. (2020). Por outro lado, Aguiar et al. (2015) relataram que a aplicação de mesmo produto em V3 (primeira folha trifoliada aberta) e R6, resultou em aumento da produtividade.

Tabela 2. Produtividade, número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100) e estande final em número de plantas por m² (SF), nos experimentos em que o feijoeiro foi submetido ao tratamento completo, formado com todos os suplementos, e seis formados pela retirada de um dos suplementos químicos na semeadura ou via foliar, nos estádios V4 (terceira folha trifoliolada aberta) e R5 (surgimento dos primeiros botões florais).

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	NVP (nº)	NGV (nº)	M100 (g)	SF (nº m ⁻²)
*Completo	2.903 A	17,7 A	4 A	25,45 A	22,1 A
Gesso	3.199 A	15,4 A	4 A	26,22 A	24,6 A
B via plantio	3.115 A	14,1 A	4,1 A	25,33 A	24,1 A
P via foliar	3.364 A	16,2 A	4,3 A	24,89 A	24,6 A
Ca via foliar	3.095 A	16 A	3,9 A	25,86 A	24,7 A
B via foliar	2.917 A	14,4 A	3,7 A	25,48 A	23,6 A
CN/AG/AIB**	3.208 A	14,5 A	4,3 A	25,59 A	24,4 A
2018	2.574 b	16,1 a	3,4 b	26,68 a	21,3 B
2019	3.654 a	14,8 a	4,6 a	24,41 a	26,7 A

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, para os tratamentos, e letras minúsculas para ano de condução do experimento, não diferem significativamente entre si pelo teste F, a 5%. *Completo (todos componentes presentes); Gesso (17% Ca, 14% S, 200 kg ha⁻¹ na semeadura); B via plantio (ácido bórico, 17% de boro, 1 kg ha⁻¹ na semeadura); MAP via foliar (fosfato monoamônico, 54% de P, 1,5 kg ha⁻¹ em V4 + 1,5 kg ha⁻¹ em R5); Ca via foliar (nitrato de cálcio, 17% de Ca, 4,0 kg ha⁻¹ em V4 + 4,0 kg ha⁻¹ em R5); B via foliar (ácido bórico 17% de boro, 100 g ha⁻¹ em V4 + 100 g ha⁻¹ em R5); Bioestimulante via foliar (cinetina 0,09 g L⁻¹ + ácido giberélico 0,05 g L⁻¹ + ácido indolbutírico 0,05 g L⁻¹, 0,5 L ha⁻¹ em V4); **CN/AG/AIB (cinetina/ácido giberélico/ácido indolbutírico).

Conclusão

Para as condições de clima, solo, doses e métodos de aplicação, a utilização dos suplementos químicos agrícolas avaliados nos experimentos não resultou em efeito significativo na produtividade e nos componentes do feijoeiro irrigado.

Referências

- AGUIAR, D. M.; PINTO, E. O.; SANGUINI, G. C.; AZEVEDO, G. R.; SAITO, M. Z.; DOMINGUES, M. C. S. Avaliação do desenvolvimento e produtividade *Phaseolus vulgaris* L. submetido à aplicação foliar do regulador vegetal Stimulate® e do nutriente foliar Hold®. **Revista Eletrônica Thesis**, n. 23, p. 89-112, 2015.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; TONIN, T. A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 6, p. 604-612, Nov./Dec. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000600006>.
- CAPRISTO, D. P.; TORRES, F. E.; CORRÊA, C. C. G.; SILVA, F. A.; ZANUNCIO, A. S.; MENDONÇA, G. G.; OLIVEIRA, A. M. D. Inoculante e bioestimulante no desempenho do feijão comum cultivado no ecótono Cerrado-Pantanal. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3380>.
- CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2015. 384 p.
- COETZER, L. A.; ROBBERTSE, P. J.; STOFFBERG, E.; HOLTZHAUSEN, L. S.; BARNARD, R. O. The effect of boron on reproduction in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*). **South African Journal of Plant and Soil**, v. 7, n. 4, p. 212-217, 1990.
- DAL BELLO, H.; COBUCCI, T.; CORDELLINI, M.; VISEU, L. A. Principais problemas da cultura de feijão irrigado: experiência do Grupo GTEC - Feijão. In: FANCELLI, A. L. (ed.). **Feijão: tecnologia da produção**. Piracicaba: ESALQ, 2011. p. 23-37.
- GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; KLERK, G. J. (ed.). **Plant propagation by tissue culture**. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2008. 501 p.
- HARMANKAYA, M.; ÖNDER, M.; HAMURCU, M.; CEYHAN, E.; GEZGIN, S. Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to foliar and soil applied boron in boron deficient calcareous soils. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 18, p. 3275-3282, Sept. 2008.
- KRICHEVSKY, A.; KOZLOVSKY, S. V.; TIAN, G. W.; CHEN, M. H.; ZALTSMAN, A.; CITOVSKY, V. How pollen tubes grow. **Developmental Biology**, v. 303, n. 2, p. 405-420, Mar. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2006.12.003>.
- LACA-BUENDIA, J. P. Efeito de reguladores de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 1, n. 1, p. 109-113, 1989.
- LeNOBLE, M. E.; BLEVINS, D. G.; MILES, R. J. Extra boron maintains root growth under toxic aluminum conditions. **Better Crops with Plant Food**, v. 77, n. 3, p. 3-5, Summer 1993.
- LUKASZEWSKI, K. M.; BLEVINS, D. G. Root growth inhibition in boron-deficient or aluminum-stressed squash may be a result of impaired ascorbate metabolism. **Plant Physiology**, v. 112, n. 3, p. 1135-1140, Nov. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.112.3.1135>.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MIRANDA, C. S.; CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A.; DUTRA, L. F.; COELHO, G. V. A. Enxertia recíproca e AIB como fatores indutores do enraizamento de estacas lenhosas dos porta-enxertos de pessegueiro 'Okinawa' e umezeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 778-784, ago. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000400008>.

NISHIMURA, C.; OHASHI, Y.; SATO, S.; KATO, T.; TABATA, S.; UEGUCHI, C. Histidine kinase homologs that acts as cytokinin receptors possess overlapping functions in the regulation of shoot and root growth in *Arabidopsis*. **The Plant Cell**, v. 16, n. 6, p. 1365-1377, June 2004. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.021477>.

OLIVEIRA, P. D.; PASQUAL, M.; LOPES, P. A. Efeito de citocininas e auxinas sobre a formação de calos em cultura in vitro de anteras de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Eriparza. **Revista Ceres**, v. 41, n. 238, p. 651-657, 1994.

PASQUAL, M.; ANDO, A. Influência de reguladores de crescimento sobre o enraizamento in vitro de embriões de *Citrus sinensis* Osb. cv. Valência. **Ciência e Prática**, v. 15, n. 1, p. 64-68, 1991.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar: I. épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, dez. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000600001>.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT Procedure guide for personal computers**. Cary, 1999. 552 p.

SILVA, I. R. **Adubação nitrogenada e aplicação de diferentes bioestimulantes no cultivo de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2021. 40 p. Trabalho de Graduação - Instituto Federal Minas Gerais, São João Evangelista.

SILVA, S. C. da; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. F. da; AMORIM, A. de O. **Informações meteorológicas para pesquisa e planejamento agrícola, referentes ao município de Santo Antônio de Goiás, GO, 2012**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 29 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 298). <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/983268>.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; BÍSCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 46-52, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

VIEIRA, R. F.; PINTO, C. M. F. Yield of beans in response to chemical foliar applications at flowering stage. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 45, p. 188-189, Mar. 2002.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Calcium in plants. **Annals of Botany**, v. 92, n. 4, p. 487-511, Oct. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcg164>.



Arroz e Feijão