

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária**

DOCUMENTOS 453

18^a Jornada Acadêmica da Embrapa Soja Resumos expandidos

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite
Larissa Alexandra Cardoso Moraes
Kelly Catharin*
Editoras Técnicas

Embrapa Soja
Londrina, PR
2023

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta
CEP 86065-981
Caixa Postal 4006
Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja**

Presidente
Adeney de Freitas Bueno

Secretária-Executiva
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros
*Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose,
Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros
França Neto, Leandro Eugênio Cardamone
Diniz, Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani
Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Supervisão editorial
Vanessa Fuzinatto Dall’Agnol

Bibliotecária
Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e capa
Marisa Yuri Horikawa

1ª edição
PDF digitalizado (2023).

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 Soja

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (18. : 2023: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] XVIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja / Regina
Maria Villas Bôas de Campos Leite... [et al.] editoras técnicas – Londrina:
Embrapa Soja, 2023.

161 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 453).

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Leite, Regina Maria Villas Bôas de Campos. II.
Moraes, Larissa Alexandra Cardoso. III. Catharin, Kelly. IV. Série.

CDD: 630.2515 (21. ed.)

Alteração na produção de grãos e estado nutricional do grão-de-bico à aplicação de fósforo em dois solos com diferentes teores de argila

OLIVEIRA, J. G. A.¹; DELFIM, J. J.²; MOREIRA, A.^{3,4}; MORAES, L. A. C.³; O.F. LIMA FILHO⁵

¹UEL, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR; ²Doutorando, UEL; ³Pesquisador, Embrapa Soja; ⁴Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, ⁵Pesquisador, Embrapa Hortaliças

Introdução

Nas condições edafoclimáticas dos trópicos e subtropicais, o cultivo de plantas depende de altas quantidades de fertilizantes para a obtenção de uma produção economicamente viável (Moreira et al., 2017). Entre os nutrientes, a carência de fósforo (P) tem sido um dos fatores mais limitantes para o cultivo nos trópicos. A sua deficiência é relatada em diferentes tipos de solos que apresentam elevado grau de intemperização, com alta capacidade de imobilização devido à presença de grandes quantidades de óxidos ferro (Fe) e alumínio (Al) (Fageria et al., 2016), o que limita o crescimento radicular e a absorção de nutrientes pelas plantas (Havlin et al., 2017). No entanto, a aplicação contínua de altas concentrações de P pode também diminuir a disponibilidade dos micronutrientes metálicos, como o cobre (Cu), o ferro (Fe), o manganês (Mn) e o zinco (Zn), influenciando negativamente a produção (Moreira et al., 2002).

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das mais importantes leguminosas cultivadas no mundo, sendo a segunda mais consumida, atrás somente da soja. No Brasil, a produção é pequena, sendo necessário importar quase a totalidade do que é consumido, apesar da grande demanda pelo grão, uma vez que essa leguminosa apresenta um teor de proteína elevado (variando de 25,3 a 28,9%). Também possui uma composição balanceada de aminoácidos (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina), alto teor de lisina, além de cálcio, fósforo, ferro, vitaminas A, B e B₂ (Nascimento et al., 2016).

Devido à ausência de estudos sobre a demanda de nutrientes pelo grão-de-bico para as condições dos trópicos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional do grão-de-bico (teor foliar de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn) cultivado em dois tipos de solo (Neossolo Quartzarênico, NQ e Latossolo Vermelho distrófico, LVd) e com quatro doses de P.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação localizada no município de Londrina (23°19'08" LS e 51°11'37" LO), Estado do Paraná, Brasil. Os solos utilizados foram um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) coletado em área de mata nativa na camada de 0-20 cm no município de Ponta Grossa, Estado do Paraná e um Neossolo Quartzarênico (NQ) coletado em área de pastagem no município de Dracena, Estado de São Paulo com os seguintes atributos químicos e físicos: a) LVd - pH em $\text{CaCl}_2 = 5,5$, matéria orgânica do solo (MOS) = $25,1 \text{ g kg}^{-1}$, fósforo (P - Mehlich 1) = $2,6 \text{ mg kg}^{-1}$, potássio (K^+) = $0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, cálcio (Ca^{2+}) = $4,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, magnésio (Mg^{2+}) = $0,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, enxofre (S-SO_4^{2-}) = $8,0 \text{ mg kg}^{-1}$, alumínio (Al^{3+}) = $0,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, acidez potencial (H+Al) = $4,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions (CTC) = $5,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, boro (B) = $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$, Cu = $1,7 \text{ mg kg}^{-1}$, ferro (Fe) = $75,5 \text{ mg kg}^{-1}$, manganês (Mn) = $80,0 \text{ mg kg}^{-1}$, zinco (Zn) = $22,4 \text{ mg kg}^{-1}$, argila 640 g kg^{-1} e areia 215 g kg^{-1} e b) NQ - pH em $\text{CaCl}_2 = 4,6$, MOS = $9,5 \text{ g kg}^{-1}$, P = $1,6 \text{ mg kg}^{-1}$, $\text{K}^+ = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $\text{Ca}^{2+} = 1,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $\text{Mg}^{2+} = 0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $\text{S-SO}_4^{2-} = 2,0 \text{ mg kg}^{-1}$, $\text{Al}^{3+} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $\text{H+Al} = 2,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, CTC = $3,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, B = $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$, Cu = $1,4 \text{ mg kg}^{-1}$, Fe = $12,1 \text{ mg kg}^{-1}$, Mn = $25,9 \text{ mg kg}^{-1}$, zinco (Zn) = $0,7 \text{ mg kg}^{-1}$, argila 59 g kg^{-1} e areia 915 g kg^{-1} .

Os tratamentos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo dois tipos de solo: 1- Latossolo Vermelho distrófico (LVd) e 2- Neossolo Quartzarênico (NQ) e quatro doses de P (0, 50, 100 e 200 mg kg^{-1}), com quatro repetições. O experimento foi conduzido em vasos de barro de $3,0 \text{ dm}^3$ de solo seco ao ar (TFSA) passado em peneira de 2,0 mm.

O equivalente a $5,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico ($\text{MgO} > 12\%$) foi homogeneizado nos vasos, sendo que as adubações feitas com K, B, S, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn, de acordo com Moreira e Fageria (2010), para experimentos

conduzidos em condições de casa de vegetação. Os vasos foram irrigados diariamente para compensar as perdas por evapotranspiração e para manter o solo próximo de 70% do valor total de poros. A cultivar utilizada foi a Alepo, com a semeadura de seis sementes e, após desbaste, deixadas duas plantas uniformes por vaso. No início do florescimento foi coletada a folha diagnóstico para a determinação dos teores totais de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn de acordo com as metodologias descritas em Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, e posteriormente realizados análise de variância (ANOVA), teste F, regressão ($p \leq 0,05$) e a comparação de contrastes entre médias dos teores no solo, pelo teste de T a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os dois tipos de solo com diferentes teores de argila influenciaram os tratamentos com efeito significativo sobre os teores foliares de N, P, K, Mg, S, Fe e Mn (Tabela 1) e corrobora os argumentos de Havlin et al. (2017), que solos mais argilosos apresentam maior potencial de fixação de nutrientes nas argilas. Assim, a maior parte dos nutrientes fica indisponível para as plantas até sua solubilização.

Com relação às doses de P, semelhante aos resultados de Moreira e Malavolta (2001) com alfafa (*Medicago sativa* L.), nos dois tipos de solos houve efeito linear positivo no teor foliar de P (Figura 1) e efeito positivo com os teores de K, Ca, Mg, Cu e Mn e negativo com o Zn nos dois solos. Isso está de acordo com Malavolta (2006) e Marschner (2012) ao reportarem que o P fornece energia para as reações bioquímicas que ocorrem no metabolismo vegetal (ATP e ADP), fazendo parte do DNA e RNA e apresentando interação negativa com o Zn pelo efeito de inibição não competitiva.

Tabela 1. Teores totais de N, P, K, Mg, Ca e Cu em dois solos sem (A) e com (B) aplicação de calcário e doses de cobre e produção relativa do trigo em função da aplicação de calcário (Δ).

| | P mg kg ⁻¹ | | N g kg ⁻¹ | | P g kg ⁻¹ | | K g kg ⁻¹ | | Ca g kg ⁻¹ | | Mg g kg ⁻¹ | |
|--------------|--------------------------|--------------|---------------------------|-------------|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------------------|---|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| 0 | 31,7b | 36,5a | 1,2a | 1,1a | 14,7b | 20,0a | 16,4a | 8,4b | 6,1b | 7,0a | | |
| 50 | 31,7b | 35,8a | 1,4a | 1,7a | 15,0b | 23,6a | 28,5a | 22,0b | 5,7b | 7,2a | | |
| 100 | 35,6a | 33,7a | 1,5b | 2,3a | 19,5b | 26,6a | 27,8b | 32,0a | 6,1b | 7,3a | | |
| 200 | 39,0a | 32,8b | 2,0b | 3,2a | 20,9a | 18,0b | 25,7b | 31,2a | 6,9a | 6,5a | | |
| Média | 34,5a | 34,7a | 1,5a | 2,1a | 17,5b | 22,1a | 24,6a | 23,4a | 6,2b | 7,0a | | |
| Teste F | | | | | | | | | | | | |
| Solo (a) | * | | * | | * | | NS | | * | | | |
| Fósforo (b) | * | | * | | * | | * | | * | | | |
| a × b | NS | | * | | * | | NS | | * | | | |
| CV (%) | 8,94 | | 9,95 | | 14,55 | | 13,74 | | 11,96 | | | |
| | S g kg ⁻¹ | | Cu mg kg ⁻¹ | | Fe mg kg ⁻¹ | | Mn mg kg ⁻¹ | | Zn mg kg ⁻¹ | | | |
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | | |
| 0 | 1,2a | 1,9a | 2,0a | 2,0a | 40,8a | 15,6b | 41,3b | 60,5a | 21,4a | 24,8a | | |
| 50 | 1,5b | 3,6a | 1,8b | 3,0a | 46,8a | 16,2b | 49,5b | 93,1a | 20,2a | 24,1a | | |
| 100 | 2,9b | 4,4a | 1,8b | 3,0a | 44,4a | 33,4b | 45,0b | 76,6a | 19,3a | 23,7a | | |
| 200 | 3,6a | 4,3a | 2,8a | 3,0a | 25,9a | 19,0b | 76,8b | 112,5a | 19,3a | 16,4a | | |
| Média | 2,3b | 3,6a | 2,1a | 2,8a | 39,5a | 21,0b | 53,1b | 85,7a | 20,1a | 22,3a | | |
| Teste F | | | | | | | | | | | | |
| Solo (a) | * | | NS | | * | | * | | NS | | | |
| Fósforo (b) | * | | * | | NS | | * | | * | | | |
| a × b | * | | * | | * | | * | | NS | | | |
| CV (%) | 14,21 | | 17,14 | | 18,31 | | 16,55 | | 14,97 | | | |

*.NS Significativo a 5% probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas dentro da mesma linha e variável diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de variação.

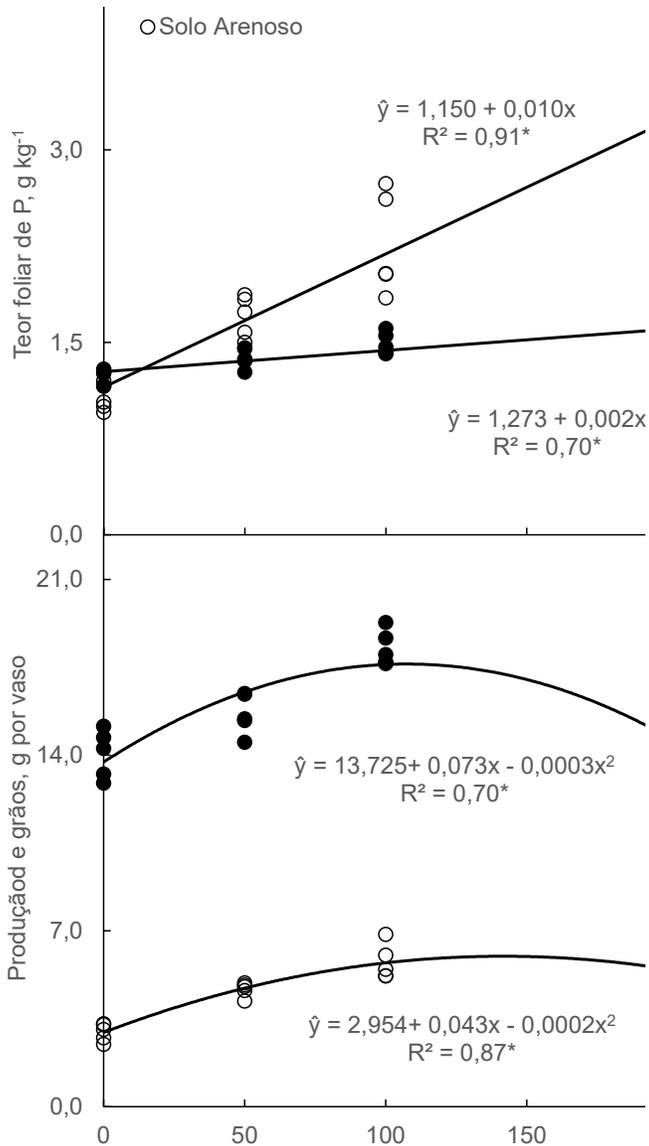


Figura 1. Teor foliar e produção de grãos em função das doses de P aplicadas nos dois tipos de solo. *Significativo a $p \leq 0,05$.

Com relação ao teor foliar de N, a diferença entre os dois solos, possivelmente se deve ao efeito de diluição, visto que em solos arenosos apresentam menor capacidade de reter os nutrientes. Na média dos dois solos, o teor foliar de P apresentou interação positiva com os teores de Ca, Mg, S, Cu, Mn e negativa com Zn (Tabela 2). As doses de P incrementaram significativamente a produção de grãos (PG), com ajuste da regressão de forma quadrática com as maiores produções estimadas nas doses 121,7 mg kg⁻¹ no solo argiloso e 107,5 mg kg⁻¹ no solo arenoso. A resposta positiva na PG em função do incremento das doses de P também foi descrita por Kaur et al. (2022), que observaram diminuição do PG em solo deficiente em P, enquanto as plantas que estavam sob níveis adequados apresentaram incrementos na produção de grãos e por Fonseca et al. (2020), que obtiveram incrementos lineares na PG com a aplicação de doses de P.

Tabela 2. Correlações entre os teores foliares de P com N, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas diagnósticos do grão-de-bico nos dois solos com diferentes teores de argila.

| Neossolo Quartzarênico | | |
|------------------------|----------------------------------|------|
| P vs N | $\hat{y} = 30,849 - 1,870*x$ | 0,81 |
| P vs K | $\hat{y} = 24,241 - 1,045^{NS}x$ | 0,22 |
| P vs Ca | $\hat{y} = 1,325 + 10,714^{NS}x$ | 0,75 |
| P vs Mg | $\hat{y} = 7,482 - 0,243*x$ | 0,38 |
| P vs S | $\hat{y} = 1,273 + 1,272*x$ | 0,70 |
| P vs Cu | $\hat{y} = 1,878 + 0,422*x$ | 0,55 |
| P vs Fe | $\hat{y} = 14,907 + 2,983^{NS}x$ | 0,20 |
| P vs Mn | $\hat{y} = 42,067 + 21,186*x$ | 0,71 |
| P vs Zn | $\hat{y} = 30,447 - 3,979*x$ | 0,82 |
| Média | | |
| P vs N | $\hat{y} = 27,136 + 2,176^{NS}x$ | 0,32 |
| P vs K | $\hat{y} = 17,224 + 1,447^{NS}x$ | 0,24 |
| P vs Ca | $\hat{y} = 5,893 + 10,124*x$ | 0,62 |
| P vs Mg | $\hat{y} = 6,357 + 0,129*x$ | 0,57 |
| P vs S | $\hat{y} = -0,111 + 1,693*x$ | 0,74 |
| P vs Cu | $\hat{y} = 1,344 + 0,609*x$ | 0,86 |
| P vs Fe | $\hat{y} = 37,611 - 4,107^{NS}x$ | 0,23 |
| P vs Mn | $\hat{y} = 19,322 + 28,030*x$ | 0,87 |
| P vs Zn | $\hat{y} = 28,246 - 3,921*x$ | 0,77 |

*Significativo e NS não significativo a 5% pelo teste F.

Conclusão

Independentemente das doses de P, o aumento do teor de argila diminuiu a disponibilidade de P, K, Mg, S, Fe e Mn para as plantas em relação ao solo arenoso enquanto a aplicação de P aumentou os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S e Cu diminuindo o de Zn. Com exceção de K e Fe, o teores foliares do grão-de-bico, na média dos dois solos, estão relacionados com o teor foliar de P. O teor de P apresentou efeito linear em função das doses, sendo que a produção de grãos (PG) foi influenciada pelos tratamentos, com as maiores produções estimadas nas doses 121,7 mg kg⁻¹ no solo argiloso e 107,5 mg kg⁻¹ no solo arenoso.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Londrina (UEL) pelas análises e ao CNPq pelo suporte financeiro.

Referências

- FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R.; CARVALHO, M. C. S.; MOREIRA, A. Root growth, nutrient uptake and use efficiency by roots of tropical legume cover crops as influenced by phosphorus fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, v. 39, p. 781-792, 2016.
- FONSECA, J. H. dos S.; ALMEIDA NETA, M. N.; PEGORARO, R. F.; ALMEIDA, G. F. de; COSTA, C. A. da; ALMEIDA, E. S. de. Chickpea production in response to fertilization with zinc and doses of phosphorus. **Comunicata Scientiae**, v. 11, e3106, 2020.
- HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. Chennai: Pearson, 2017. 520 p.
- KAUR, S.; GREWAL, S. K.; SINGH, S.; VIRK, H. H. Impact of phosphorous-deficit conditions on morpho-physiological traits and phosphorous metabolism in chickpea genotypes. **Protoplasma**, v. 259, p. 775-788, 2022.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, P. **Mineral nutrition for higher plants**. London: Academic Press, 2012. 649 p.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1231-1239, 2010.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, L. A. C.; HEINRICH, R. Sources and rates of phosphorus on nitrogen and micronutrients levels in alfalfa and centrosema. **Boletim de Indústria Animal**, v. 59, p. 157-165, 2002.

MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; MORETTI, L. G. Yield, yield components, soil chemical properties, plant physiology and phosphorus use efficiency in soybean genotypes. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, p. 2464-2476, 2017.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Sources, rates and extractants of phosphorus on alfalfa and centrosema. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1519-1527, 2001.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P. da; ARTIAGA, O. P.; SUINAGA, F. A. Grão-de-bico. In: NASCIMENTO, W. M. (ed.). **Hortaliças leguminosas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 89-118.