RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 30/07/2027

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until July 30, 2027

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

ISRAEL ALVES FILHO

K-FELDSPARS AS AN ALTERNATIVE POTASSIUM INPUT: IMPACTS ON PEANUT NUTRITION, PHOTOSYNTHESIS, AND YIELD

Botucatu
2025

ISRAEL ALVES FILHO

K-FELDSPARS AS AN ALTERNATIVE POTASSIUM INPUT: IMPACTS ON PEANUT NUTRITION, PHOTOSYNTHESIS, AND YIELD

Dissertation presented to the Faculty of Agronomic Sciences of Unesp Campus of Botucatu, to obtain the title of Master in Plant Production.

Advisor: Carlos Alexandre Costa Crusciol

Botucatu

2025

F481k

Filho, Israel Alves
K-feldspars as an alternative potassium input: impacts on peanut nutrition, photosynthesis, and yield / Israel Alves Filho. -- Botucatu, 2025
45 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu
Orientador: Carlos Alexandre Costa Crusciol

1. Fertilizantes. 2. Remineralizadores. 3. Arachis hypogaea. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: K-FELDSPARS AS AN ALTERNATIVE POTASSIUM INPUT: IMPACTS ON PEANUT NUTRITION, PHOTOSYNTHESIS, AND YIELD

AUTOR: ISRAEL ALVES FILHO
ORIENTADOR: CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Agricultura), pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL
Data: 30/07/2025 16:59:15-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Professor Doutor CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL (Participaçao Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas - Unesp Botucatu

Documento assinado digitalmente
MUNIR MAUAD
Data: 31/07/2025 12:11:38-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. MUNIR MAUAD (Participaçao Virtual)
. / Universidade Federal da Grande Dourados

Documento assinado digitalmente
JULIANO CARLOS CALONEGO
Data: 31/07/2025 16:33:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. JULIANO CARLOS CALONEGO (Participaçao Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

Botucatu, 30 de julho de 2025

ABSTRACT

The use of rock dust can be a sustainable solution to reduce dependence on potassium (K) imports, promoting natural soil fertilization. Therefore, the objective of this work was to evaluate the agronomic efficiency of K sources and their influence on nutritional status, soil enzymatic activity, photosynthetic pigments, gas exchange, yield components and yield of peanuts. The experimental design was in randomized blocks, composed of three sources of K (Potassium) or KCl and two sources derived from phonolite rock (AS1 and AS2), which were applied 30 days before sowing and on the day of sowing, plus the control without K application, with 6 replications. Considering the enzymatic activity, photosynthetic parameters, leaf nutritional status of K and production components, regardless of the source used, there was an improvement in relation to the control. However, only the application of AS1 and AS2 30 days before sowing increased peanut yield in a similar way to the application of KCl in K, demonstrating the importance of considering the time of application of low solubility fertilizers.

Keywords: fertiliser; remineralizers; *Arachis* spp.

RESUMO

O uso de pó de rocha pode ser uma solução sustentável para reduzir a dependência da importação de potássio (K), promovendo a fertilização natural do solo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agronômica de fontes de K e sua influência no estado nutricional, atividade enzimática do solo, pigmentos fotossintéticos, trocas gasosas, componentes de rendimento e produtividade de amendoim. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, compostos por três fontes de K (Potássio) ou KCl e duas fontes derivadas de rocha fonolita (AS1 e AS2), que foram aplicadas 30 dias antes da semeadura e no dia da semeadura, acrescidas da testemunha sem aplicação de K, com 6 repetições. Considerando a atividade enzimática, parâmetros fotossintéticos, estado nutricional foliar de K e componentes de produção, independentemente da fonte utilizada, melhorou-se em relação ao controle. No entanto, apenas a aplicação de AS1 e AS2 30 dias antes da semeadura aumentou a produtividade do amendoim de forma semelhante à aplicação de KCl no K, demonstrando a importância de considerar a época de aplicação de fertilizantes de baixa solubilidade.

Palavras-chave: fertilizantes; remineralizadores; *Arachis* spp.

SUMMARY

1 INTRODUCTION 11

2 LITERATURE REVIEW 13

2.1 ASPECTS OF PEANUT CULTIVATION 13

2.2 PEANUT NUTRITION 14

2.3 ROCK DUST 15

3 MATERIAL AND METHODS 17

3.1 CHARACTERIZATION OF THE EXPERIMENTAL AREA 17

3.2 EXPERIMENTAL DESIGN AND TREATMENTS 19

3.3 EXPERIMENT SET UP AND MANAGEMENT 20

3.4 ASSESSMENTS AND ANALYSIS 20

3.4.1 Soil enzymes 21

3.4.2 Nutrient level in leaf tissue 21

3.4.3 Photosynthetic pigments and Total sugars 21

3.4.4 Gas exchanges 21

3.4.5 Yield Components and Grain Yields 22

3.4.6 Data Analysis 22

4 RESULTS 26

4.1 SOIL ENZYME 26

4.2 NUTRITIONAL STATUS AND CARBON METABOLISM 26

4.3 YIELD COMPONENTS AND YIELD GRAIN 31

4.4 PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) AND K UTILIZATION EFFICIENCY 33

5 DISCUSSION 36

6 CONCLUSIONS 39

REFERENCES 41

1 INTRODUCTION

Potassium (K) plays a key role in the proper development of plants, being the most abundant inorganic cation in plant tissues. It is involved in several vital physiological processes, such as protein synthesis, sugar transport, nitrogen and carbon metabolism, photosynthesis, and cell growth (Marschner 2023). In addition, K regulates cell osmotic pressure, balances cations and anions in the cytoplasm, and influences stomatal opening and closing, and cell elongation (Xu *et al.* 2020).

Among these plants, we can mention the peanut crop, which is increasingly relevant in the grain market, especially in sugarcane reform areas (Crusciol *et al.* 2021). In these places, fertilization is of fundamental importance, as they are sandy soils, thus limiting the available K due to low cation exchange, which can result in significant losses in peanut production (Crusciol *et al.* 2021). Some studies have shown that the mitigation of fertilization under these conditions conferred poor physiological performance and grain yield compared to potassium fertilization treatments, conferring the importance of providing K in peanut crops (Almeida *et al.* 2015; cordeiro *et al.* 2023).

The supply of K to plants is commonly carried out through potassium chloride (KCl), due to its high concentration of K (50%). In addition, Brazilian agricultural production relies heavily on fertilizer imports, which compromises the country's food security. In this context, the Ministry of Agriculture launched the National Fertilizer Plan, with the objective of reducing international dependence on fertilizers from 85% to 45% by 2050 (MAPA, 2022).

Brazil has abundant deposits of K-rich silicate rocks, which can be exploited as sources of K fertilizers in powder form. This approach can reduce international

dependence on fertilizers and minimize the adverse effects of KCl on soil and plants (Nogueira *et al.* 2021). Phonolite, an igneous rock composed predominantly of K feldspars and feldsparoids, with significant levels of K emerges as an alternative to replace KCl in the fertilizer market (Tavares *et al.* 2018; Nogueira *et al.* 2021).

Alternative sources of phonolite have been tested in several crops such as millet, soybean, wheat, corn, rice, and beans with results similar to KCl, (Soratto *et al.* 2021a; Soratto *et al.* 2021b), however, in the peanut crop it has not yet been tested, and it is essential to evaluate its agronomic efficiency. Also, considering the mineralogical diversity of these rocks related to nutrients, it can benefit soil health through its biological activity. To measure this activity, it has used tools such as beta-glucosidase (carbon cycle), phosphatase (phosphorus cycle) and arylsulfatase (sulfur cycle), which indicate according to their enzymatic activities the biological quality of the soil as a whole. Therefore, the objective of this work was to evaluate the agronomic efficiency of alternative sources of K compared to KCl and its influence on the nutritional status, soil enzymatic activity, photosynthetic pigments, gas exchange, yield components and yield of peanuts.

6 CONCLUSIONS

The application of K increased the yield of peanuts, regardless of the source.

The application of AS1-30 days and AS2-30 days before sowing increased peanut yield in relation to AS1 and AS2 sources and to the control treatment, demonstrating the importance of considering the time of application of low solubility fertilizers.

REFERENCES

ALMEIDA, H. J. *et al.* Effect of potassium on nutritional status and productivity of peanuts in succession with sugar cane. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2015.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

BASSANEZI, I. L.A. *et al.* Produtividade de cultivares de amendoim no Oeste Paulista–safra 2020/2021. **South American Sciences**, v. 2, p. 1-8, 2021.

BATISTA, M. A. *et al.* Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO-FILHO, J. *et al.* **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, p. 113-161, 2018.

BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A.; MARTINS, A. L. M. Sistemas conservacionistas de manejo do solo para amendoim cultivado em sucessão à cana crua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 939-947, 2007.

CANTARELLA, H. *et al.* **Boletim 100:** Recomendações de adubação e calagem para estado de São Paulo. 3. ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas (IAC), 2022, 500 p.

CORDEIRO, C. F. D. S. *et al.* CORDEIRO, Carlos Felipe dos Santos *et al.* Adjusting peanut plant density and potassium fertilization for different production environments. **Agronomy Journal**, v. 115, n. 2, p. 817-832, 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 2022.

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Correção do solo e adubação na cultura do amendoim. In: JAMMAL, D.G. **A cultura do amendoim e seus reflexos econômicos, sociais e técnicos**. Jaboticabal: Helio Gouvea, 2019. p. 45-50.

CRUSCIOL C. A. C. *et al.* Dynamics of macronutrient uptake and removal by modern peanut cultivars. **Plants,** v. 10, n. 10, p. 1-18, 2021.

DUBOIS, M.*et al.* Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, p.350-356, 1956.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de produção do amendoim**. 2. ed. 2014.

FAGAN, E. B. *et al.* **Fisiologia vegetal:** reguladores vegetais. 2015. 300 p.

FERRARI NETO, J; COSTA, C. H. M; CASTRO, G. S. A. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 01-13, 2012.

FERREIRA, J. L. S. **Cobertura vegetal, teor de óleo e produtividade de linhagens interespecíficas de amendoim no sudoeste de Goiás**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção Vegetal) – Universidade Federal de Jataí, Jataí, 2015.

GODOY, I. J. D. *et al.* IAC OL 3 and IAC OL 4: new Brazilian peanut cultivars with the high oleic trait. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, p. 200-203, 2014.

GRANT, C. A. *et al.* A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações agronômicas**, v. 95, n. 1, 2001.

GROTTA, D. C. C. *et al.* Influence of sowing depth and the compacting of the ground on the seed in the peanut productivity. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 547-552, 2008.

HIPPLER, F. W. R.; MOREIRA, M. Mycorrhizal dependence of peanut plants on phosphorus levels. **Bragantia**, v. 72, p. 184-191, 2013.

IUSS. International Union of Soil Sciences. **World reference base for soil resources (WRB), universal system recognized by International Union of Soil Science (IUSS) and FAO**. 2015. Available in: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bcdecec7-f45f-4dc5-beb1-97022d29fab4/content>. Access in: 04 Apr. 2025.

LEVENE, H. Robust Tests for Equality of Variances. In Olkin, I., *et al.*, Eds., **Contributions to Probability and Statistics**: Essays in Honor of Harold Hotelling, Vol. 2, Stanford University Press, Palo Alto, p. 278-292, 1960.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: The pigments of photosynthetic biomembranas. In: **Methods in Enzymology**. Elsevier, p. 350-382, 1987.

LOBO, D. M. *et al.* Características de deficiência nutricional do amendoinzeiro submetido à omissão de N, P, K. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 69-76, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: Princípios e aplicações. POTAFOS: Piracicaba, 1997. 319 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Governo Federal lança plano nacional de fertilizantes para reduzir importação dos insumos**. 2022. Available in: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-nacional-de-fertilizantes-para-reduzir-importacao-dos-insumos>. Acess in: 18 May 2025.

MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 4. ed. Amsterdam: Elsevier, 2023.

MENDES, I. D. C. *et al.* Bioanálise de solo: A mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola. **Informações Agronômicas,** 2020.

MENEGHETTE, H. H. A. *et al.* Doses de fósforo e potássio em plantas de amendoim na presença e ausência de adubação foliar. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v.11, n.2, p.125-134, 2017.

MEURER, E. J.; FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 281-298, 2006.

MIRANDA, J. H. *et al.* Distribuição da concentração de potássio no solo em lisímetros cultivados com amendoim. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 253-262, 2010.

NAKAGAWA, J.; IMAIZUMI, I.; ROSSETTO, C. A.V. Efeitos de fontes de fósforo e da calagem na produção de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 421-431, 1993.

NETO, J. F.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 01-13, 2012.

NOORHOSSEINI, S. A.; SAFARZADEH, M. N.; SADEGHI, S. M. Relationship between soil characteristics and seed different sizes with seedling vigour in peanut (Arachis hypogaea L.). **Biharean Biologist**, v. 10, n. 1, p. 37-47, 2016.

OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, C. N.; VIEIRA, P. A. A. **Análise da rotação de grãos na área de reforma de canavial.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 50., 2012, Vitória. Agricultura e desenvolvimento rural com sustentabilidade. Vitória: SOBER, 2012.

OLIVEIRA CRUZ, M. R.; MAGALHÃES, M. M. Rotação de culturas e efeito sobre os custos na reforma de canavial na região da Alta Paulista. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 7, 2013.

PÁDUA, E. J. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**. 2012. Dissertação (Ciência do Solo/ Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PANDEY, N. Role of plant nutrients in plan growth and physiology. In: Hasanuzzaman, M. *et al.* **Plant nutrients and abiotic stress tolerance**. Singapore: Springer, 2018.

RAIJ, B VAN. *et al.* **Análise Química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001.

RAWAT, J.; PANDEY, N.; SAXENA, J. Role of potassium in plant photosynthesis, transport, growth and yield. In: IQBAL, N.; UMAR, S. **Role of potassium in abiotic stress**. Singapore: Springer, 2022.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018.

SATTAR, A. *et al.* Perspectives of potassium solubilizing microbes in sustainable food production systema: A review. **Applied Soil Ecology**, v.133, p.146-159, 2019.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, p.591-611, 1965.

SILVEIRA, P. S. *et al.* Produtividade do amendoim em diferentes épocas de semeadura e com diferentes densidades de plantas no recôncavo Sul Baiano. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 14, n. 3, 2010.

Soratto, R. P. *et al.* Silicate rocks as an alternative potassium fertilizer for upland rice and common bean crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. e02686, 2021.a

Soratto, R. P. *et al.* Efficiency and residual effect of alternative potassium sources in grain crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. e02686, 2021.b

SOUSA, G. G. *et al.* Adubação potássica aplicada por fertirrigação e pelo método convencional na cultura do amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1055-1060, 2013.

SOUZA, U. O. *et al.* Adubação fosfatada e qualidade de luz modificada no desenvolvimento e produtividade da cultura do amendoim. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

SOUZA, F. N. S. *et al.* Efeitos condicionador e nutricional de um remineralizador de solos obtido de resíduos de mineração. **Agri-Environmental Sciences**, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2017.

SWOBODA, P.; DÖRING, T. F.; HAMER, M. The agricultural usage of silicate rock powders: A review. **Science of the Total Environment**, v.807, p.1-18, 2022.

TABATABAI, M. A. **Soil enzymes**. In: PAGE, A. L. Methods of soil analysis: Part 2 Microbiological and biochemical properties. Madison, WI: The American Society of Agronomy, p.775-833, 1994.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A. **A cultura do amendoim**. Jaboticabal, 2004, 220 p.

TAVARES, L. F. *et al.* Nutrients release from powder phonolite mediated by bioweathering actions. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, p.89-98, 2018.

TRÄNKNER, M.; TAVAKOL, E.; JÁKLI, B. Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. **Physiol Plantarum**, p.414-431, 2018.

Unicamp - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Botucatu:** Municipalities climate of Sao Paulo State. 2020. Available in: www.cpa.unic6amp.br/outras- informacoes/clima_muni_086.html. Acess in: 18 May 2025.

USDA. United States Department of Agriculture. **Oilseed, Peanut - Production and Exports**. 2022. Available in: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 15 Out 2022.

XU, X. *et al.* Effects of potassium levels on plant growth, accumulation and distribution of carbon and nitrate metabolism in apple Dwarf Rootstock Seedlings. **Frontiers in Plant Science**, p.1-13, 2020.

YOORIN FERTILIZANTES. Linha potássicos. 2020. Available in: https://www.yoorin.com.br/pt/home?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIuvvth_D5hQMVBszCBB20wQ8xEAAYASAAEgIsTfD_BwE>. Acess in: 04 Apr.2025.

ZOZ, T. *et al.* Phosphorus and potassium fertilization in creeping peanut. **Scientia agraria**, v. 19, n. 1, p. 153-159, 2018.