Revista Perquirere, vol. 23, n. 2: 20-28, 2026
© Centro Universitário de Patos de Minas
https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere

Influência de bioativos associados a fertilizantes convencionais na produtividade do trigo

Influence of bioactive agents associated with conventional fertilizers on wheat yield

LAYSA CRISTINA DE MELO SILVA
Discente de Agronomia (UNIPAM)
lcmelos322@unipam.edu.br

MAURICIO ANTÔNIO DE OLIVEIRA COELHO
Professor orientador (UNIPAM)
mauricioac@unipam.edu.br

Resumo: O trigo é uma das principais culturas do mundo e apresenta elevada importância econômica e alimentar. Entretanto, a disponibilidade de fósforo nos solos brasileiros tropicais é limitada, tornando necessária a aplicação de fertilizantes fosfatados. Nesse contexto, o uso de bioativadores associados à adubação mineral tem sido estudado como estratégia para aumentar a eficiência de utilização desse nutriente. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de bioativos associados a fertilizantes convencionais na produtividade do trigo. O experimento foi conduzido na casa de vegetação do UNIPAM, em Patos de Minas (MG), utilizando delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições: T_1 controle; T_2 (05-27-27) sem biológico; T_3 (MAP + *biológico 1*) + KCl convencional; T_4 (MAP e KCl + *biológico 1*); T_5 (MAP e KCl + *biológico 2*); T_6 (MAP e KCl + *biológico 3*). Foram avaliadas as variáveis massa seca da parte aérea, massa seca de espigas, fósforo na parte aérea e fósforo nas espigas. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e os significativos foram submetidos ao teste Tukey a 5%. Para as variáveis massa seca de parte aérea e espigas, os resultados indicaram que não houve diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, ao se observarem os teores de fósforo na parte aérea e nas espigas, as médias foram maiores nos tratamentos que receberam adubação mineral associada aos bioativos, em ambas avaliações. Portanto, o uso de bioativadores associados a fertilizantes convencionais podem contribuir para o aumento da absorção de fósforo pelas plantas de trigo.
Palavras-chave: bioativadores; fertilização; fósforo; nutrição de plantas; trigo.

Abstract: Wheat is one of the main crops worldwide and has high economic and food importance. However, phosphorus availability in tropical Brazilian soils is limited, making the application of phosphate fertilizers necessary. In this context, the use of bioactivators associated with mineral fertilization has been studied as a strategy to increase the efficiency of phosphorus use. Therefore, this study aimed to evaluate the influence of bioactive agents associated with conventional fertilizers on wheat yield. The experiment was conducted in the greenhouse at UNIPAM, in Patos de Minas, Minas Gerais, Brazil, using a randomized block design with six treatments and five replications: T1 control; T2 (05-27-27) without biological agent; T3 (MAP + *biological 1*) + conventional KCl; T4 (MAP and KCl + *biological 1*); T5 (MAP and KCl + *biological 2*); T6 (MAP and KCl + *biological 3*). The variables evaluated were shoot dry matter, spike dry matter, phosphorus

content in the shoots, and phosphorus content in the spikes. The data obtained were subjected to analysis of variance, and significant results were compared using Tukey's test at 5% significance. For shoot and spike dry matter, the results indicated no statistical difference among treatments. However, when phosphorus contents in the shoots and spikes were observed, the means were higher in the treatments that received mineral fertilization associated with bioactive agents in both evaluations. Therefore, the use of bioactivators associated with conventional fertilizers may contribute to increased phosphorus uptake by wheat plants.
Keywords: bioactivators; fertilization; phosphorus; plant nutrition; wheat.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum vulgare*) é cultivado pelo homem há, no mínimo, seis mil anos. É considerado uma cultura que segue análoga à história da humanidade e, assim, uma fonte de energia essencial para todos (Café *et al.*, 2003). De acordo com Stempkowski *et al.* (2022), a relevância do trigo ao longo da história é evidente nas estatísticas até os dias de hoje. Em parâmetros mundiais, o trigo se encontra em terceiro lugar de cereais cultivados e produzidos, sendo superado apenas pelo milho (*Zea mays* L.) e pelo arroz (*Oryza* spp.).

Segundo dados da CONAB (2024), a produção de trigo no Brasil na safra 2024/25 foi de aproximadamente 8.807,3 mil toneladas, levando a um aumento de 8,3% em relação à safra (2023/24). Porém, este número ainda não será eficaz para atender as necessidades do país, que estão em média de 15.312,6 mil toneladas por ano, importando 6 mil de toneladas. A necessidade dessa importação acarreta um aumento nos preços dos itens essenciais, especialmente quando o Real apresenta desvalorização. Além disso, o Brasil apresenta circunstâncias propícias ao incremento da produção, reduzindo a necessidade de importação de grãos e de farinha pelo país (Coêlho, 2021).

Dentre os fatores que limitam a produtividade das culturas agrícolas no país, o Fósforo (P) é o que mais restringe, principalmente em ambientes de solo com alto intemperismo, que compõem grande parte do território brasileiro, apresentando baixo teor de P disponível e uma alta acidez (Araújo, 2011). Conforme Sousa e Lobato (2004), este baixo teor acarreta uma alta capacidade de retenção do P na fase sólida do solo, formando compostos menos solúveis. Assim, torna-se a principal redução da produtividade, necessitando da aplicação de altas doses de fertilizantes fosfatados.

Nos últimos anos, vem ocorrendo imenso crescimento em tecnologias que objetivam aumentar a eficiência da adubação fosfatada, associando os fertilizantes a novas tecnologias, como o tratamento biológico. Uma das atividades relevantes desses detritos está vinculada à sua funcionalidade como estimuladoras de melhorias no aproveitamento do fósforo aplicado ao solo, principalmente quando aplicado na forma de fosfato de rocha, que possui baixa solubilidade (Kucey *et al.*, 1989; Minhoni *et al.*, 1991). Além disso, Benites *et al.* (2010) completam que é possível produzir fertilizantes com alto teor de fósforo solúvel, para uso em sistemas de produção extensiva de grãos. Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência de bioativadores associados a fertilizantes convencionais na produtividade do trigo.

2 METODOLOGIA

2.1 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO

O experimento foi instalado na casa de vegetação do UNIPAM, localizada em Patos de Minas (MG), em julho de 2025. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 18°34' S (latitude Sul), 46°31' W (longitude Oeste) e 815 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928), apresenta o clima tropical de altitude (Cwa), com precipitação média anual em torno de 1400 mm (Souza *et al*., 2005), sendo a temperatura média anual igual a 21,1 ºC; a máxima anual 27,8 ºC; a mínima anual 16,3 ºC, conforme dados da Estação Meteorológica de Sertãozinho (EPAMIG) do município de Patos de Minas (MG).

O delineamento utilizado foi em DBC (delineamento de blocos ao acaso) com seis tratamentos e cinco repetições: T_1 controle; T_2 (05-27-27) sem biológico; T_3 (MAP + *biológico 1*) + KCl convencional; T_4 (MAP e KCl + *biológico 1*); T_5 (MAP e KCl + *biológico 2*); T_6 (MAP e KCl + *biológico 3*), totalizando 30 unidades experimentais. Cada parcela foi composta por cinco linhas, com seis vasos tipo jardineira de sete litros cada. A recomendação de adubação foi realizada de acordo com a análise do solo coletado (Tabela 2), em função da demanda da cultura e a dose foi a mesma em todos os tratamentos, exceto o controle, e a cultivar utilizada foi TBIO DUQUE. Os tratamentos utilizados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados no experimento "Influência de bioativos associados a fertilizantes convencionais na produtividade do trigo". Safra 2025/26. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2026

Tratamento	Fertilizante	Dose (mg.dm^{-3})
T_1	Controle	-
T_2	[1]\NPK sem biológico	100
T_3	[2]\NPK (MAP + *biológico 1*) + KCl convencional	100
T_4	[3]\NPK (MAP e KCl + *biológico 1*)	100
T_5	[4]\NPK (MAP e KCl + *biológico 2*)	100
T_6	[5]\NPK (MAP e KCl + *biológico 3*)	100

[1]\Formulado 5-27-27 sem biológico; [2]\Formulado 5-27-27 com *biológico1* somente no MAP; [3]\Formulado 5-27-27 com *biológico1* no MAP e KCl; [4]\Formulado 5-27-27 com *biológico2* no MAP e KCl; [5]\Formulado 5-27-27 com *biológico3* no MAP e KCl.

Tabela 2: Análise química do solo da área coletada para implantação e condução do experimento "Influência de bioativos associados a fertilizantes convencionais na produtividade do trigo". Safra 2025/26. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2026

M.O.	pH	P-Meh	P-Rem	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	CTC_T	V%
dag Kg^{-1}	H_2O		mg dm^{-3}				cmolc dm^{-3}			%
1,88	5,48	18,30	8,20	179,44	2,50	1,80	0,13	2,70	7,46	63,80

Fonte: dados da pesquisa, 2026.

O fertilizante foi incorporado em todo o solo e foram semeadas 16 sementes por linha em cada vaso a uma profundidade de 2 cm, com espaçamento de 15 cm entre as linhas. Após 15 dias foi realizado o desbaste, deixando apenas 10 plantas por linha em cada vaso.

2.2 AVALIAÇÕES

As avaliações foram realizadas no Laboratório Central de Análises de Fertilidade do Solo (CEFERT), localizado no Campus I do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. Foram realizadas análises de massa seca parte aérea e espigas, e fósforo de parte aérea e espigas, após 90 dias de plantio.

Para a avaliação de massa seca, foram utilizadas as mesmas plantas para a avaliação das partes vegetativas, parte aérea e espigas, e inseridas em sacos de papéis para a secagem na estufa de ventilação controlada a 65 ºC até atingir massa constante. Após a secagem, as plantas foram pesadas em balança de precisão para obter os resultados da matéria seca de parte aérea e espigas.

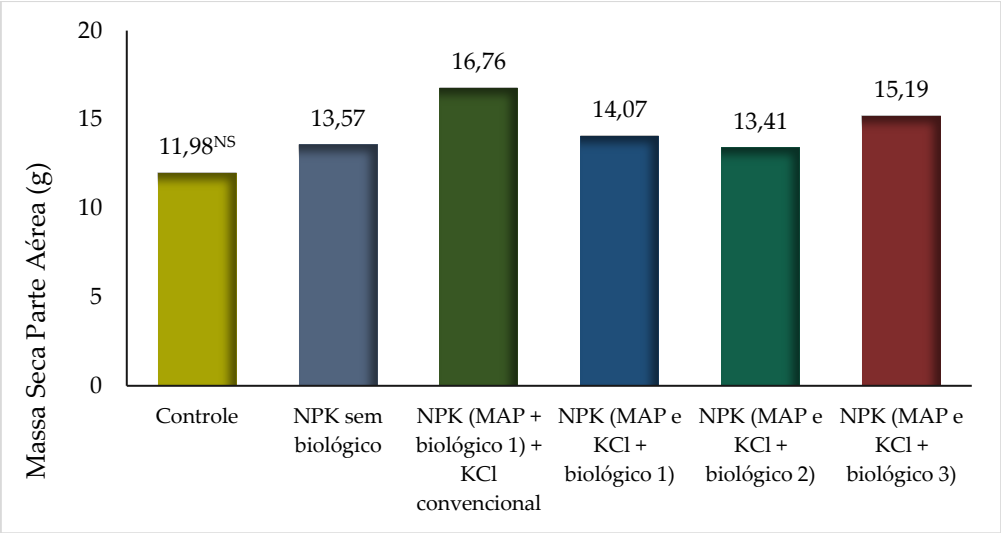
Para a determinação de fósforo na parte aérea e nas espigas, as amostras secas foram previamente trituradas em moinho de facas e submetidas à metodologia de extração por digestão seca. Inicialmente, foram pesados 0,5 g de cada amostra em cadinhos, os quais foram levados à mufla a 500 °C por 3 horas. Após o resfriamento, o material foi transferido para tubos Falcon e adicionados 25 mL de HNO_3 1 mol L^{-1} e permanecendo em repouso por 24 horas.

Posteriormente, uma alíquota de 2,5 mL da solução foi pipetada em copo plástico de 50 mL, à qual foram adicionados 7,5 mL de água destilada para diluição. Em seguida, foram adicionados 4 mL da solução reagente composta por Molibdato de Amônio 0,5% e Vanadato 0,25% em partes iguais (1:1). A determinação do fósforo foi realizada em espectrofotômetro, com leitura da absorbância no comprimento de onda de 420 nm. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e os significativos foram submetidos ao teste Tukey, a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

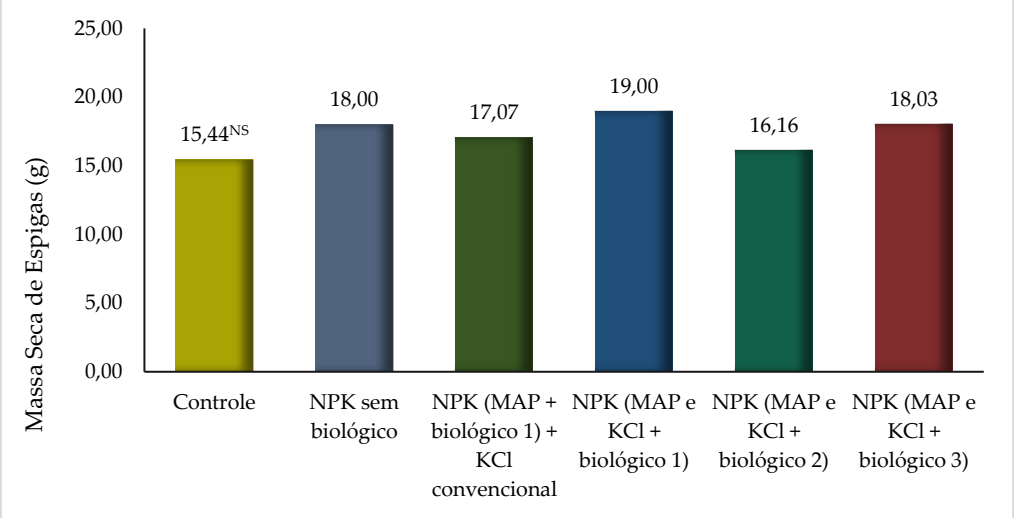
Para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de espigas (MSE), não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. De acordo com Ikhajiagbe *et al.* (2020), em condições onde a fertilidade do solo já se encontra em níveis adequados, a resposta das culturas à adubação ou a tecnologias associadas tende a ser menos expressiva, uma vez que a limitação nutricional não é o principal fator restritivo ao crescimento vegetal.

Gráfico 1: Resultados de massa seca de parte aérea do experimento. Safra 2025/26. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2026



*NS: médias não significativas estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Gráfico 2: Resultados de massa seca de espigas do experimento. Safra 2025/26. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2026



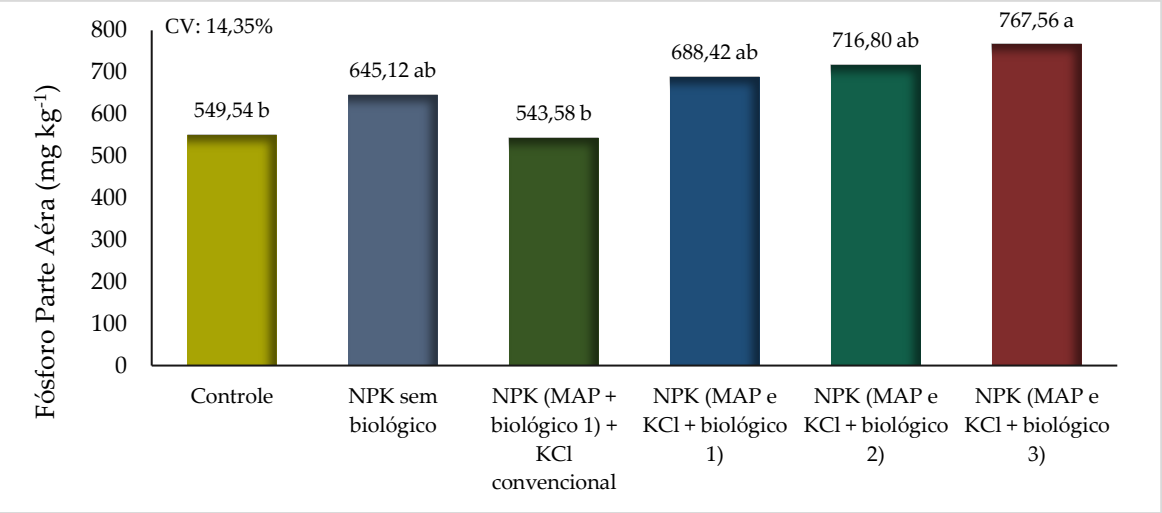
*NS: médias não significativas estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Resultados semelhantes foram observados por Harvey *et al.* (2009), que destacam que a eficiência de microrganismos promotores de crescimento ou bioativadores pode variar conforme as condições do solo, disponibilidade de nutrientes e interação com a microbiota nativa. Dessa forma, mesmo que esses produtos apresentem potencial para melhorar a absorção de nutrientes, seus efeitos nem sempre se refletem diretamente em incrementos significativos de biomassa vegetal.

Para o teor de fósforo na parte aérea (PPA), observou-se diferença estatística entre os tratamentos. O tratamento controle apresentou menor valor diferindo dos tratamentos adubados. De modo geral, os tratamentos que receberam fertilização mineral associada ou não a bioativadores apresentaram maiores concentrações de

fósforo na parte aérea, indicando maior disponibilidade e absorção desse nutriente pelas plantas.

Gráfico 3: Resultados de fósforo de parte aérea do experimento. Safra 2025/26. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2026.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

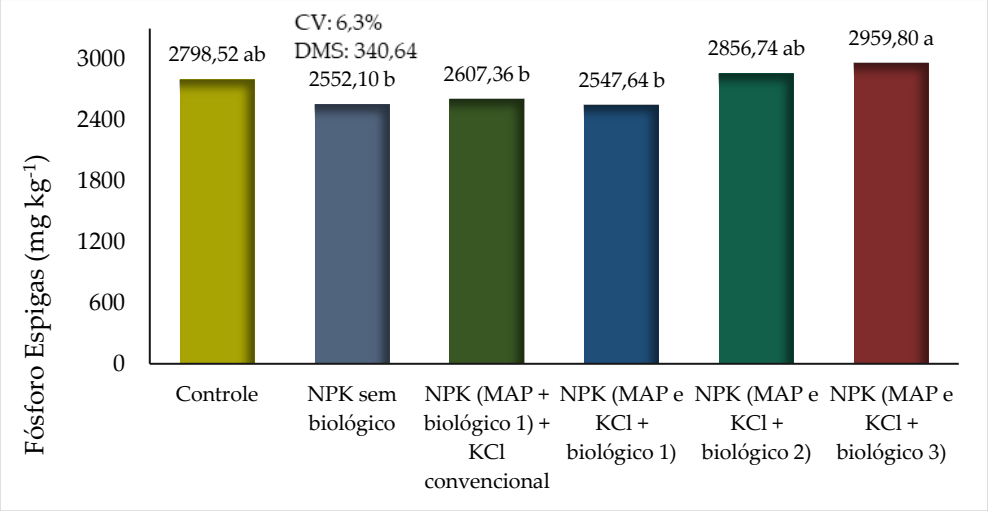
Esse comportamento evidencia a importância da adubação fosfatada para o desenvolvimento da cultura do trigo, especialmente em solos tropicais, que frequentemente apresentam baixos teores de fósforo disponível devido à alta capacidade de fixação do elemento pelos óxidos de ferro e alumínio presentes no solo (Sousa; Lobato, 2004).

Observa-se também que alguns tratamentos contendo bioativadores apresentaram valores intermediários ou superiores de fósforo na parte aérea, como no caso do tratamento com MAP e KCl associados ao biológico 2. Esse resultado pode estar relacionado à ação de microrganismos solubilizadores de fósforo presentes nos bioativadores, os quais podem aumentar a disponibilidade do nutriente no solo por meio da liberação de ácidos orgânicos e enzimas capazes de solubilizar fosfatos pouco disponíveis (Khan *et al.*, 2007).

Rodríguez e Fraga (1999) relatam que microrganismos solubilizadores de fósforo desempenham papel importante na mobilização de formas insolúveis desse nutriente, aumentando sua absorção pelas plantas e contribuindo para o desenvolvimento vegetal.

Para a variável fósforo nas espigas (PE), também foram observadas diferenças entre os tratamentos. O tratamento contendo MAP e KCl associados ao *biológico 3* apresentou a maior média quando comparado aos demais, incluindo o tratamento com NPK sem biológico. Esse resultado sugere que a associação entre fertilizantes convencionais e bioativadores pode favorecer a translocação de fósforo para estruturas reprodutivas da planta, como as espigas.

Gráfico 4: Resultados de fósforo de espigas do experimento. Safra 2025/26. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2026.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com Dobermann *et al*. (2002), o fósforo desempenha papel fundamental no metabolismo energético das plantas e na formação de estruturas reprodutivas, sendo essencial para o enchimento de grãos e formação de sementes.

Além disso, microrganismos promotores de crescimento podem estimular o desenvolvimento radicular e melhorar a absorção de nutrientes ao longo do ciclo da cultura, contribuindo para maior acúmulo de fósforo em órgãos reprodutivos (Jakobsen *et al.*, 2005). Dessa forma, o maior teor observado em determinados tratamentos pode indicar uma possível melhoria na eficiência de utilização do fósforo pelas plantas.

Entretanto, a variabilidade observada entre os tratamentos indica que a resposta ao uso de bioativadores pode depender da interação entre o produto utilizado, o fertilizante mineral e as condições do solo. Estudos indicam que a eficiência desses produtos pode variar significativamente em função da microbiota nativa e das características químicas do solo (Zaidi *et al.*, 2009).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação fosfatada promoveu aumento nos teores de fósforo acumulados na parte aérea e nas espigas das plantas de trigo em comparação ao tratamento controle, evidenciando a importância desse nutriente para o desenvolvimento da cultura. Entretanto, para as variáveis massa seca da parte aérea e massa seca de espigas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que a associação de bioativadores aos fertilizantes convencionais não resultou em incrementos expressivos na produção de biomassa nas condições em que o experimento foi conduzido.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. F. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 355-360, 2011

BENITES, Vinicius de Melo *et al*. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. *In*: FERTBIO 2010, Guarapari. **Anais** [...]. Guarapari, 2010.

CAFÉ, Sônia Lebre; FONSECA, Paulo Sérgio Moreira da; AMARAL, Gisele Ferreira; MOTTA, Maria Fátima dos Santos Rosinha; ROQUE, Carlos Alberto Lourenço; ORMOND, José Geraldo Pacheco. **Cadeia produtiva do trigo**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 18, p. 193-220, set. 2003.

COÊLHO, Jackson Dantas. Trigo: produção e mercados: v. 6 n. 151 (2021). **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 6, 2024. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2769.

CONAB - **Histórico mensal trigo**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 12, décimo segundo levantamento, setembro. 2024.

DOBERMANN, A. *et al.* Phosphorus fertilizer effects on soil phosphorus pools in acid upland soils. **Soil Science Society American Journal**, v. 66, n. 02, p. 652-660, 2002.

HARVEY, P. R. *et al.* Potential to improve root access to phosphorus: the role of non-symbiotic microbial inoculants in the rhizosphere. **Crop and Pasture Science**, Victoria, v. 60, p. 144-151, 2009.

IKHAJIAGBE, B. *et al.* Major phosphorus in soils is unavailable, yet critical for plant development. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 12, n. 3, p. 500-535, 2020.

JAKOBSEN, I. *et al.* Rhizosphere microorganisms and plant phosphorus uptake. *In*: SIMS, J. T.; SHARPLEY, A. N. (ed.). Phosphorus: agriculture and the environment. **Madison: American Society for Agronomy**, p. 437-494. 2005.

KHAN, M. S. *et al.* Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, 27(1), 29-43. 2007.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlagcondicionadas. **Justus Perthes.** n. p. 1928.

KUCEY, R.M.N. *et al.* Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. **Adv. Agron.**, v. 42, p. 199-228, 1989.

MINHONI, M. T. A. *et al.* Efeito de cinco tipos de matéria orgânica na solubilização microbiana de fosfato de rocha. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.15, p.29-35, 1991.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, New York, v. 17, p. 319-339, 1999.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. *In*: Yamada T & Abdalla SRS (Eds.) **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, Potafos. p.157-200, 2004.

SOUZA, D.V. *et al.* Análise pluviométrica da carta topográfica de Patos de Minas referente ao período de 1978 a 2003. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 57, 2005, Fortaleza. **Anais eletrônicos**… São Paulo: SBPC/UECE, 2005.

STEMPKOWSKI, L. A. *et al.* Viroses em trigo no Brasil: uma visão histórica. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 28, p. 102-135, 2022. DOI: 10.31976/0104-038321v280005.

ZAIDI, A. *et al*. Plant growth promotion by phosphate solubilizing bacteria. **Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica**, Budapest, v. 56, p. 263-284, 2009.