

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

MAGNO DE JESUS BORGES

**USO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS ASSOCIADOS À PLANTAS DE
COBERTURA NA CULTURA DO MILHO**

CHAPADÃO DO SUL-MS

2025

MAGNO DE JESUS BORGES

**USO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS ASSOCIADOS À PLANTAS DE
COBERTURA NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke

CHAPADÃO DO SUL-MS

2025



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: **Magno de Jesus Borges.**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke**

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul.

Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke

Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Prof. Dr. Cid Naudi Silva Campos

Membro da Banca Examinadora

Eng. Agr. Me Natielly Pereira da Silva

Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 04 de julho de 2025.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Felipe Ratke, Professor do Magisterio Superior**, em 07/07/2025, às 08:40, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Cid Naudi Silva Campos, Professor do Magisterio Superior**, em 07/07/2025, às 13:14, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Natielly Pereira da Silva, Usuário Externo**, em 07/07/2025, às 17:59, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5726072** e o código CRC **AB04AB54**.

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Avenida Engenheiro Douglas Ribeiro Pantaleão, nº5167

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000570/2025-13

SEI nº 5726072

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir que eu chegasse até nessa reta final, pois sem ele nada disso seria possível.

Aos meus pais por terem me dado todo apoio e incentivo e por me ajudar em todos os intemperes.

Aos meus amigos que sempre me ajudaram nas avaliações e me deram todo apoio.

Agradeço também ao meu professor Dr. Rafael Felipe Ratke, por ter me orientado todos esses anos.

A Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul (UFMS-CPCS).

SUMÁRIO

RESUMO	1
PALAVRAS CHAVE.....	1
ABSTRACT	2
KEYWORDS.....	2
INTRODUÇÃO	3
MATERIAL E MÉTODOS.....	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
CONCLUSÃO	10
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11

RESUMO:

O fósforo é essencial ao metabolismo vegetal, atuando na transferência de energia, fotossíntese e enraizamento. No Cerrado, sua disponibilidade é limitada pela fixação em óxidos de ferro e alumínio. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar os efeitos da utilização de fertilizantes organominerais de origem fosfatada associados ao manejo com plantas de cobertura na cultura do milho, visando aumento na produtividade de grãos e na sustentabilidade do sistema agrícola. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos foram dispostos em Parcelas sub-divididas, as parcelas foram constituídas das plantas de cobertura consorciadas; 1. MS: milho solteiro; 2. MUR: Milho+*Urochloa ruziziensis*; 3. MC: Milho+*Crotalaria spectabilis*; 4. MUC: Milho+*Urochloa ruziziensis*+*Crotalaria spectabilis*; sub-parcela foram os fertilizantes organominerais. O uso do fertilizante organomineral ORG2 resultou na maior produtividade de grãos no sistema de manejo consorciado milho+*crotalaria spectabilis*.

PALAVRAS CHAVE:

Fosforo; adubação sustentável; reciclagem de nutrientes; eficiência agrônômica; matéria orgânica no solo.

ABSTRACT:

Phosphorus is essential for plant metabolism, participating in energy transfer, photosynthesis, and rooting. In the Cerrado, its availability is limited by fixation in iron and aluminum oxides. The objective of this research was to evaluate the effects of using organomineral phosphate fertilizers associated with cover crop management in corn, aiming to increase grain yield and the sustainability of the agricultural system. The experiment was set up in a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in split-plots, with the plots consisting of the intercropped cover crops; 1. MS: single corn; 2. MUR: Corn + *Urochloa ruziziensis*; 3. MC: Corn + *Crotalaria spectabilis*; 4. MUC: Corn + *Urochloa ruziziensis* + *Crotalaria spectabilis*; the subplot consisted of organomineral fertilizers. The use of the organomineral fertilizer ORG2 resulted in higher grain productivity in the corn+crotalaria *spectabilis* intercropping system.

KEYWORDS:

Phosphorus; sustainable fertilization; nutrient recycling; agronomic efficiency; soil organic matter.

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro, reconhecido como o segundo maior bioma do país e uma importante fronteira agrícola, apresenta solos predominantemente ácidos e fortemente intemperizados, como Latossolos e Argissolos, com baixa fertilidade natural e baixos teores de fósforo disponível (LOPES; GUILHERME, 2016). Essa limitação está associada não apenas aos baixos teores totais de fósforo, mas principalmente à elevada fixação do nutriente por óxidos de ferro e alumínio presentes nos solos, o que reduz sua disponibilidade para as plantas (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

Além disso, o fósforo aplicado via adubação tende a ser rapidamente imobilizado, exigindo estratégias de manejo que aumentem a eficiência de uso, como a fosfatagem corretiva, o uso de fosfatos naturais reativos e práticas conservacionistas (SOUSA; LOBATO, 2004; WITHERS et al., 2008).

A adoção dessas práticas é fundamental para garantir a sustentabilidade da agricultura no Cerrado, pois além de atender à demanda das culturas, evita perdas do nutriente e impactos ambientais associados ao uso excessivo de fertilizantes (RESENDE et al., 2011).

Os fertilizantes organominerais, resultantes da combinação de fontes orgânicas e minerais, apresentam vantagens como o fornecimento gradual de nutrientes, a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e a maior eficiência na utilização dos nutrientes aplicados (ASSIS; LIMA; BORGES, 2020).

O consórcio de milho com plantas de cobertura tem sido uma prática agrícola cada vez mais adotada, com o objetivo de promover sistemas produtivos mais sustentáveis e eficientes no uso de nutrientes. No caso do fósforo (P), nutriente essencial ao desenvolvimento do milho e frequentemente limitante em solos tropicais intemperizados, como os do Cerrado, a adoção do consórcio pode desempenhar um papel estratégico ao favorecer sua disponibilidade (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

As plantas de cobertura, especialmente leguminosas e algumas gramíneas, contribuem para o aumento da matéria orgânica do solo e para a liberação de ácidos orgânicos durante o processo de decomposição, capazes de complexar os óxidos de ferro e alumínio e reduzir a fixação do fósforo (SOUSA; LOBATO, 2004).

Além disso, algumas espécies possuem capacidade diferenciada de extrair fósforo de formas pouco disponíveis e reciclar o nutriente no sistema, promovendo benefícios ao milho cultivado em consórcio e às culturas subsequentes (TORRES et al., 2008).

Dessa forma, o uso de plantas de cobertura no consórcio com milho representa uma prática promissora para melhorar a eficiência do uso do fósforo, potencializando o aproveitamento do fertilizante aplicado e contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas em solos de baixa disponibilidade natural do nutriente.

A associação de fertilizantes organominerais com plantas de cobertura promove o aumento da produtividade do milho, devido a melhoria na disponibilidade de nutrientes e na qualidade física e química do solo.

A partir do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da utilização de fertilizantes organominerais de origem fosfatada associados ao manejo com plantas de cobertura na cultura do milho, visando aumento na produtividade de grãos e na sustentabilidade do sistema agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em safra de inverno, em 2023, na Fazenda Campus Escola da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul-MS, as coordenadas geográficas, 18°46'17,9 de latitude Sul; 52°37'25,0" de longitude Oeste e altitude média de 810 m. O clima da região é definido como tropical com estação seca (Aw) (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25 °C e precipitação média anual entre 1600 à 1800 mm. Em relação a precipitação, observou-se um total estimado de (800 a 1000 mm.), acumulados do mês de janeiro à junho. Essa distribuição foi essencial para melhor desenvolvimento do milho e plantas de cobertura. Os dados climáticos do período experimental estão descritos na Figura 1.

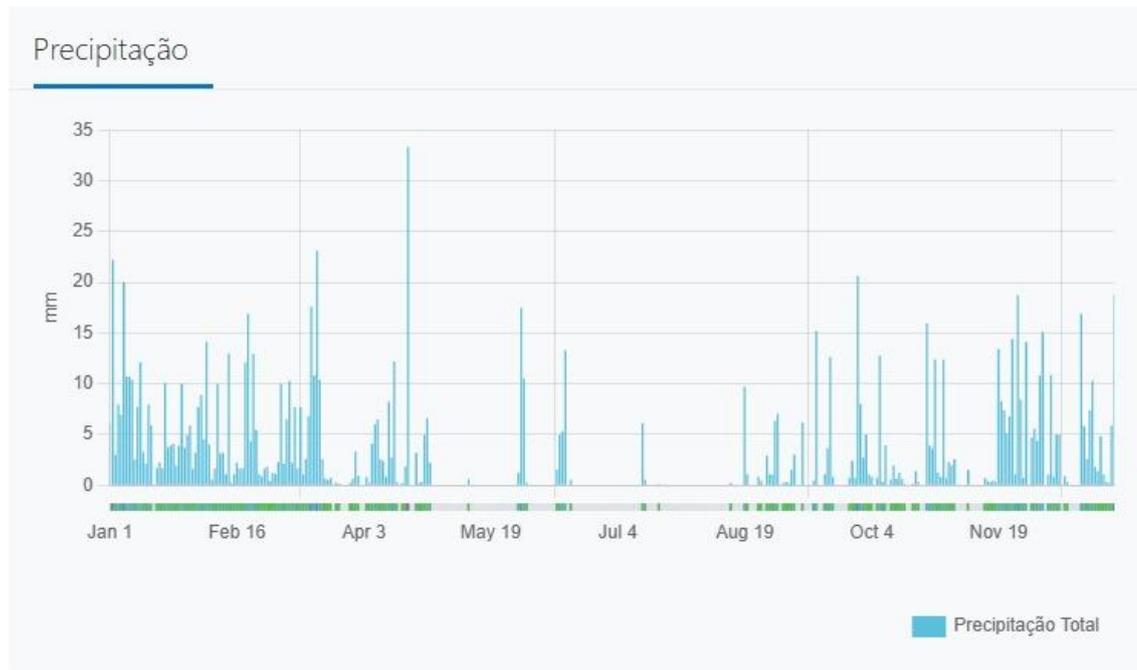


Figura 1. Médias mensais de precipitação pluviométrica ocorridas na área do experimento no ano de 2023 (Fonte: METOSAT, 2023).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SANTOS et al., 2018). Foram coletadas amostras de solo na área experimental retirando-se 30 amostras simples na profundidade de 0-20 cm, que foram reunidas em um saco plástico e homogeneizadas formando uma amostra composta. A amostras de solo foi levada para o Laboratório de solos da UFMS campus Chapadão do Sul, local de preparo e análise do solo seguindo a metodologia de Teixeira et al., (2017). O resultado da análise de solo encontra-se na tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise de solo da área experimental.

pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	V	K	P	MO	Argila	Silte	Areia
CaCl	----- cmol _c dm ⁻³ -----					%	- mg dm ⁻³ ---		-----g dm ⁻³ -----			
4,80	2,60	0,60	0,15	6,20	9,60	35,40	77,00	10,90	26,90	480,00	25,00	495,00

OBS: Ca, Mg, Al, utilizou extrator KCl 1 mol L⁻¹; K e P utilizou-se extrator Mellich 1; MO: Matéria orgânica. CTC: Capacidade de troca de cátions à pH 7,0. V: Saturação de bases.

O delineamento de blocos casualizados com 4 repetições foi utilizado para realizar o experimento, em parcelas de 3,0 m x 2,0 m. Os tratamentos foram dispostos em Parcelas sub-

divididas, as parcelas foram constituídas das plantas de coberturas consorciadas; sub-parcela foram os fertilizantes. As plantas de cobertura utilizadas foram: *Urochloa ruziziensis* e *Crotalária spectabilis*, cultivadas em sistema consorciado com milho na safrinha. Desta forma as parcelas constituíram: 1. MS: milho solteiro; 2. MUR: Milho+*Urochloa ruziziensis*; 3. MC: Milho+*Crotalária spectabilis*; 4. MUC: Milho+*Urochloa ruziziensis*+ *Crotalária spectabilis*; foram utilizados os 2 fertilizantes organominerais fabricados, e 1 fertilizante fosfatado (superfosfato simples, 18% P₂O₅).

O pó de rocha apresenta teores baixo de K e P porém atendem a IN° 5 de 10 março de 2016 do MAPA (BRASIL, 2017), com o teor de >1,0 % de K₂O, e a soma de CaO, MgO e K₂O > 9,0 %, classificando esse resíduo como remineralizador (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise química dos resíduos utilizados na fabricação de organominerais.

Material	pH	N (%)	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO (%)	MgO (%)	SiO (%)	COT (%)
			total (%)	total (%)				
Fosfato Natural								
Reativo	7,4	0	0,31	15,8	17,60	0,30	22,70	0,00
Esterco Bovino	7,2	1,42	1,20	0,77	0,00	0,00	0,00	15,70

*COT: Carbono orgânico total.

Os fertilizantes ORG1 e ORG2 foram fabricados por aglutinação formando grânulos utilizando esterco bovino, fosfato natural reativo (FNR) e superfosfato simples. O ORG1 é composto de esterco bovino e FNR, contendo 9,75% P₂O₅. O ORG2 foi composto por esterco bovino, fosfato natural reativo (FNR) e superfosfato simples contendo 11,25% P₂O₅. O esterco bovino é oriundo de confinamento de bovinos para produção de carne na região de Chapadão do Sul-MS. O FNR é originário de uma mina de rocha fosfática de Mato Grosso do Sul.

As doses dos fertilizantes fosfatados foram de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, baseadas em 100% da dose recomendada (DR) de acordo com a análise prévia de solo e recomendação para a cultura do milho (Sousa;Lobato, 2004). Os fertilizantes foram distribuídos de forma manual na superfície do solo na área das parcelas durante o cultivo do milho safrinha e planta de cobertura em 2023.

Sementes da cultivar de milho B2702VYHR (BREVANT) foram plantadas mecanicamente por meio de semeadora adubadora, a uma profundidade de aproximadamente 3 cm, com espaçamento de 0,45 m, 3,5 sementes por metros, no dia 18/02/2023. As plantas de cobertura foram aplicadas na superfície do solo antes do plantio do milho. Utilizou-se 5 kg ha⁻¹ da *Urochloa ruziziensis* (VC = 80) e 30 kg ha⁻¹ da *Crotalária spectabilis*. As sementes das plantas de cobertura foram incorporadas ao solo com auxílio de um escarificador manual.

A adubação nitrogenada foi realizada no estágio V3 da cultura do milho na dose de 150 kg ha⁻¹ de N utilizando como fonte úreia (45% N). A adubação potássica ocorreu no estágio V3 do milho na dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O utilizando como fonte KCl (60% K₂O). A úreia e o KCl foram distribuídos manualmente na superfície do solo das parcelas experimentais. Na maturação fisiológica de milho foi realizada a colheita de espigas de milho na parcela útil do experimento (2 m²) e a debulha mecânica realizada com auxílio de uma debulhadora estacionária. Após a debulha do milho foi determinada produtividade de grãos (kg ha⁻¹) padronizada para umidade dos grãos de 13%.

Durante o desenvolvimento das culturas de milho, ocorreu o monitoramento semanal para se determinar o momento ideal para o manejo de plantas daninhas, pragas e doenças. As aplicações foram feitas de forma mecanizada, através de pulverizadores tratorizados, os produtos utilizados foram: glifosato, haloxifope-p-metílico, clorpirifós, cipermetrina e imidacloprido + beta-ciflutrina nas doses recomendadas pelo fabricante.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F, com médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no software Rbio (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade de grãos

O uso do manejo de Milho + Crotalária associado ao uso de ORG2 promoveu maior produtividade de grãos de milho safra 2023 (Fig. 3), que não diferiu para o uso de Milho+*Urochloa ruziziensis*+ *Crotalária spectabilis* com superfosfato simples. As menores

produções de milho foram observadas com o uso de Milho+*Crotalaria spectabilis* +Superfosfato simples, Milho solteiro+Superfosfato simples e Milho solteiro sem adubação, e o tratamento sem adubação no Milho+*Urochloa ruziziensis*+ *Crotalaria spectabilis*. A presença de plantas de cobertura compete com o milho por nutrientes, impactando sua produtividade. Porém, as plantas como crotalárias podem favorecer o fornecimento de N pela fixação biológica, promovendo a produtividade do milho.

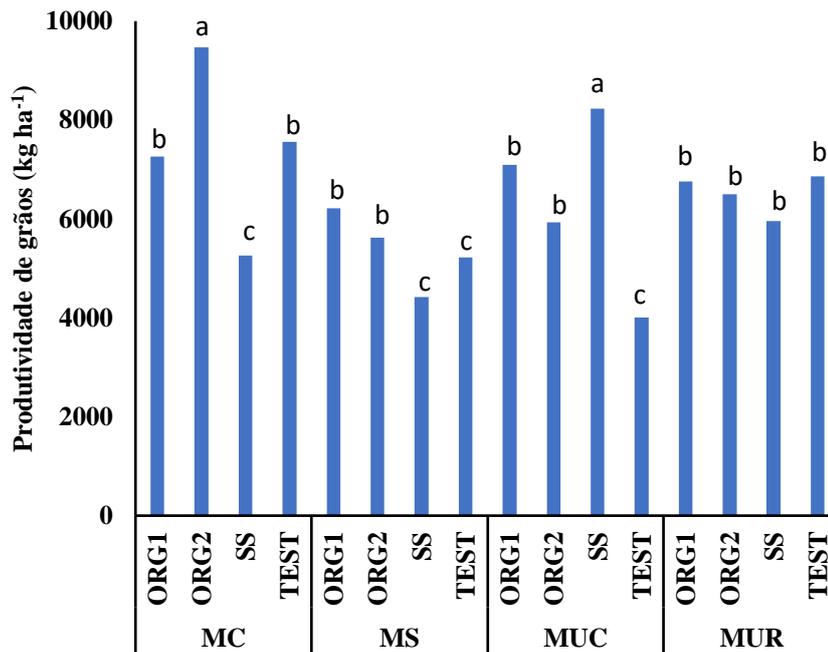


Figura 3. Produtividade de grãos de milho safrinha de 2023 em função do uso de fertilizantes organominerais e plantas de cobertura. Barras seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). 1- ORG1: Esterco+FNR e 2-ORG2: Esterco+Fosfato+SFS. 1. MS: milho solteiro; 2. MUR: Milho+*Urochloa ruziziensis*; 3. MC: Milho+*Crotalaria spectabilis*; 4. MUC: Milho+*Urochloa ruziziensis*+ *Crotalaria spectabilis*;

Os resultados indicaram que a adoção do sistema consorciado Milho + *Crotalaria spectabilis* (MC), associada à aplicação do fertilizante organomineral ORG2, proporcionou os maiores índices de produtividade de grãos de milho na safrinha em 2023. Esse desempenho superior pode ser atribuído ao conjunto de benefício proporcionado pela adubação organomineral e os efeitos positivos da crotalária, como a fixação biológica de nitrogênio e a melhora das características físicas do solo (Coulibaly et al., 2025).

A presença da *Crotalaria spectabilis*, uma leguminosa com capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, contribuiu significativamente para o enriquecimento do solo, promovendo maior disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio em formas assimiláveis para o milho. Além disso, a decomposição da biomassa da crotalária favoreceu a ciclagem de nutrientes e a liberação gradual desses elementos, o que reduziu possíveis deficiências nutricionais nas fases fenológicas mais exigentes da cultura (Silva et al., 2022).

O uso do fertilizante organomineral ORG2 também desempenhou papel relevante, uma vez que sua composição permite a liberação controlada de nutrientes, melhorando a eficiência de absorção pelas plantas. A presença de matéria orgânica e compostos húmicos no fertilizante estimula o desenvolvimento radicular, aumentando a área de exploração do solo, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes essenciais. Tal condição contribui para o aumento da atividade fotossintética, da produção de compostos assimiláveis e da síntese de biomassa, refletindo diretamente na formação e enchimento de grãos (Almeida et al., 2023).

As menores produtividades de milho foram registradas em tratamentos envolvendo o milho solteiro (MS) ou o consórcio com *C. spectabilis* adubado apenas com SS ou sem qualquer fonte fosfatada, e no tratamento MUC sem adubação. (Souza et al., 2024), reforçam a limitação do uso exclusivo de fontes minerais solúveis, como o superfosfato simples, que podem não suprir adequadamente as demandas nutricionais ao longo do ciclo do milho, especialmente em solos com baixa capacidade de retenção de fósforo.

O impacto negativo da competição entre o milho e as plantas de cobertura, como observado em alguns arranjos, é um fator relevante, pois essas plantas podem competir por água, luz e nutrientes, particularmente nas fases iniciais de desenvolvimento do milho. No entanto, quando bem manejadas, espécies como a crotalária contribuem para o sistema por meio da fixação biológica de nitrogênio, reciclagem de nutrientes e melhoria da estrutura do solo (Coutibaly et al., 2025), o que pode compensar a competição inicial e refletir positivamente na produtividade da cultura principal.

Os resultados mostram a importância do manejo integrado envolvendo a escolha adequada da espécie de cobertura, do tipo de adubação e do arranjo de cultivo. O uso de fertilizantes organominerais, especialmente em consórcios com leguminosas como a crotalária, representa uma alternativa eficiente para aumentar a produtividade do milho em sistemas conservacionistas, promovendo ao mesmo tempo a sustentabilidade e a saúde do solo.

CONCLUSÃO

O uso do fertilizante organomineral ORG2 resultou na maior produtividade de grãos no sistema de manejo consorciado Milho + *Crotalaria spectabilis*, evidenciando seu potencial em promover maior eficiência agronômica nesse arranjo. Esses resultados destacam o papel estratégico dos fertilizantes organominerais na intensificação sustentável dos sistemas agrícolas, especialmente quando associados ao uso de plantas de cobertura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, R. A. et al. (2023). Fertilização organomineral em milho: efeitos fisiológicos e produtivos. **Journal of Plant Nutrition**, 46(5), 812–825.

ASSIS, R. L.; LIMA, C. P.; BORGES, E. N. Fertilizantes organominerais: potencialidades e limitações na agricultura tropical. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, n. 6, p. 395-402, 2020.

BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187–190, 2017.

COULIBALY, A., SANDWIDI, A., FOFANA, B., BLAGNAN, F., OUATTARA, B., & DIALLO, O. B. (2025). Soil Fertility Improvement by Using *Crotalaria* Species Combined to Organic Amendment. **Open Journal of Soil Science**, 15(1), 22-42.

DE SOUSA, R. N., & ALLEONI, L. R. F. (2024). Performance of struvite and organomineral fertilizers compared to traditional source of phosphorus in maize cultivation on tropical soils. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 24(3), 5250-5271.

GATIBONI, L. C.; CONDRON, L. M. A rapid fractionation method for assessing key soil phosphorus parameters in agroecosystems. **Geoderma**, v. 385, 1 mar. 2021.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. A career perspective on soil management in the Cerrado region of Brazil. *Advances in Agronomy*, v. 137, p. 1-72, 2016.

METEOSTAT. Estação 86772 - Dados climáticos históricos. Meteostat, 2023. Disponível em: <https://meteostat.net/pt/station/86772?t=2023-01-01/2023-12-31>. Acesso em: 26 jun. 2025.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. (org.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633–1644, 2007.

RESENDE, A. V. et al. Fertilidade dos solos e recomendação de adubação e calagem para o estado de Minas Gerais - 5ª aproximação. *Informe Agropecuário*, v. 32, n. 261, p. 7-14, 2011.

SANTOS, H. . G. et al. **Sistema brasileiro de classificação do solo**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

Silva, L. F. et al. (2022). Consórcio de milho com leguminosas e sua influência na nutrição e produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 46:e0220037.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análises de solos**. 3a ed. Brasília: Embrapa, 2017.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I. Soil organic carbon fractions under no-tillage and crop rotation systems in southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 3, p. 1073-1080, 2008.

WITHERS, P. J. A. et al. Feed the crop not the soil: rethinking phosphorus management in the food chain. *Environmental Science & Technology*, v. 42, n. 12, p. 4247-4251, 2008.