

ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM AGRICULTURA DE PRECISÃO E CONVENCIONAL

Anna C. SANTOS¹; Andressa dos S. FERREIRA²; Cleber K. de SOUZA³

RESUMO

A crescente demanda por práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis tem impulsionado o uso de tecnologias que otimizam o manejo de insumos agrícolas. Este estudo teve como objetivo comparar os custos e a eficiência da aplicação de cloreto de potássio nos sistemas de agricultura de precisão e convencional. A pesquisa foi realizada em uma área de 2,49 hectares, com coleta de amostras de solo em 97 pontos georreferenciados. Os dados foram processados com os softwares QGIS e R-Studio, empregando análise espacial e geoestatística para gerar mapas de recomendação conforme a variabilidade da fertilidade do solo. Os resultados mostraram que a agricultura de precisão, ao permitir a aplicação localizada de fertilizante com base nas necessidades específicas de cada zona da área, promoveu um uso mais racional do insumo. Embora o custo total tenha sido ligeiramente superior ao da recomendação convencional, a aplicação diferenciada evitou desperdícios e reduziu riscos de impacto ambiental. Conclui-se que a agricultura de precisão é mais eficiente e ambientalmente sustentável, representando uma alternativa tecnicamente superior ao método convencional de adubação.

Palavras-chave: Geoestatística; Fertilidade do solo; Milho; Sustentabilidade; Eficiência de insumos.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão (AP) é uma ferramenta que permite a gestão localizada das atividades agrícolas com base na variabilidade espacial e temporal do solo e das culturas. Através do uso de tecnologias como sensores, GNSS, geoestatística e softwares de mapeamento, ela possibilita a aplicação de insumos conforme a necessidade de cada ponto do terreno, resultando em maior eficiência e redução de custos (Rossato, 2010). Além disso, estudos mostram que a adoção da AP pode gerar economia de até 30% na utilização de corretivos como calcário e fósforo (Rossato, 2010).

Em contrapartida, a agricultura convencional (AC) ainda é amplamente praticada, principalmente por produtores que consideram os custos da AP elevados. Na AC, a amostragem de solo é realizada de forma geral, com base em valores médios por gleba, resultando em uma aplicação uniforme de insumos em toda a área cultivada. Esse método, embora mais simples, pode levar ao uso ineficiente de fertilizantes e corretivos, afetando negativamente tanto a produtividade quanto o meio ambiente (Sparovek; Schnug, 2001).

De acordo com Sousa, Moreira e Castro (2016), mesmo em solos classificados como férteis,

¹Discente, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. E-mail: anna1.santos@alunos.if sulde minas.edu.br

²Discente, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. E-mail: andressa2.ferreira@alunos.if sulde minas.edu.br

³Docente, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. E-mail: cleber.souza@if sulde minas.edu.br

a agricultura de precisão revelou variações significativas nos teores de nutrientes entre os pontos amostrados. Isso evidencia que a aplicação uniforme recomendada pela agricultura convencional pode gerar desperdícios em áreas já supridas ou deficiência em áreas carentes.

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo comparar os resultados da agricultura de precisão e da agricultura convencional na gestão de nutrientes do solo, avaliando a eficiência do uso do cloreto de potássio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *câmpus* Inconfidentes, situado no município de Inconfidentes, MG (latitude 22°19'01"S e longitude 46°19'40"O). A área de estudo, com 2,49 hectares, localiza-se na Fazenda Escola da instituição, especificamente no setor destinado ao cultivo de milho para silagem.

Foram coletadas amostras de solo em 97 pontos georreferenciados, organizados em um grid regular com espaçamento de 17 m x 17m. O foco da análise concentrou-se na avaliação da disponibilidade de potássio (K) no solo. Os dados obtidos foram inicialmente tratados e filtrados com o auxílio dos softwares RStudio a fim de eliminar inconsistências e garantir maior precisão nas análises geoestatísticas. Posteriormente utilizou-se o QGIS para processamento.

Para determinar a distribuição espacial do potássio na área, foi realizada a reclassificação do raster em classes de fertilidade, conforme descrito por Varques *et al.* (1999) e as recomendações das doses de K₂O segundo Alves *et al.* (1999). A partir dessa reclassificação foi gerar um mapa temático representando as diferentes classes de fertilidade.

Com base nesse mapeamento, foram realizadas comparações entre os sistemas de recomendação convencional e agricultura de precisão. Para ambos os métodos, foram calculadas as quantidades de K₂O recomendadas e os respectivos custos da adubação, possibilitando uma análise comparativa da eficiência técnica e econômica de cada abordagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da interpolação dos dados de análise de solo, foi elaborado um mapa temático de classes de fertilidade para potássio (Figura 1). A área de estudo, com 24.906 m², apresentou três classes de fertilidade: média, boa e muito boa. A visualização espacial dessas classes permite compreender a variabilidade da fertilidade no terreno e subsidiar decisões agronômicas mais precisas.

No modelo de recomendação convencional, toda a área foi considerada homogênea e enquadrada na classe de fertilidade "boa", o que levou à aplicação de uma dose uniforme de 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Essa estratégia resultou em um consumo total estimado de fertilizante a um custo de R\$ 1.433,56, conforme apresentado na Tabela 1.

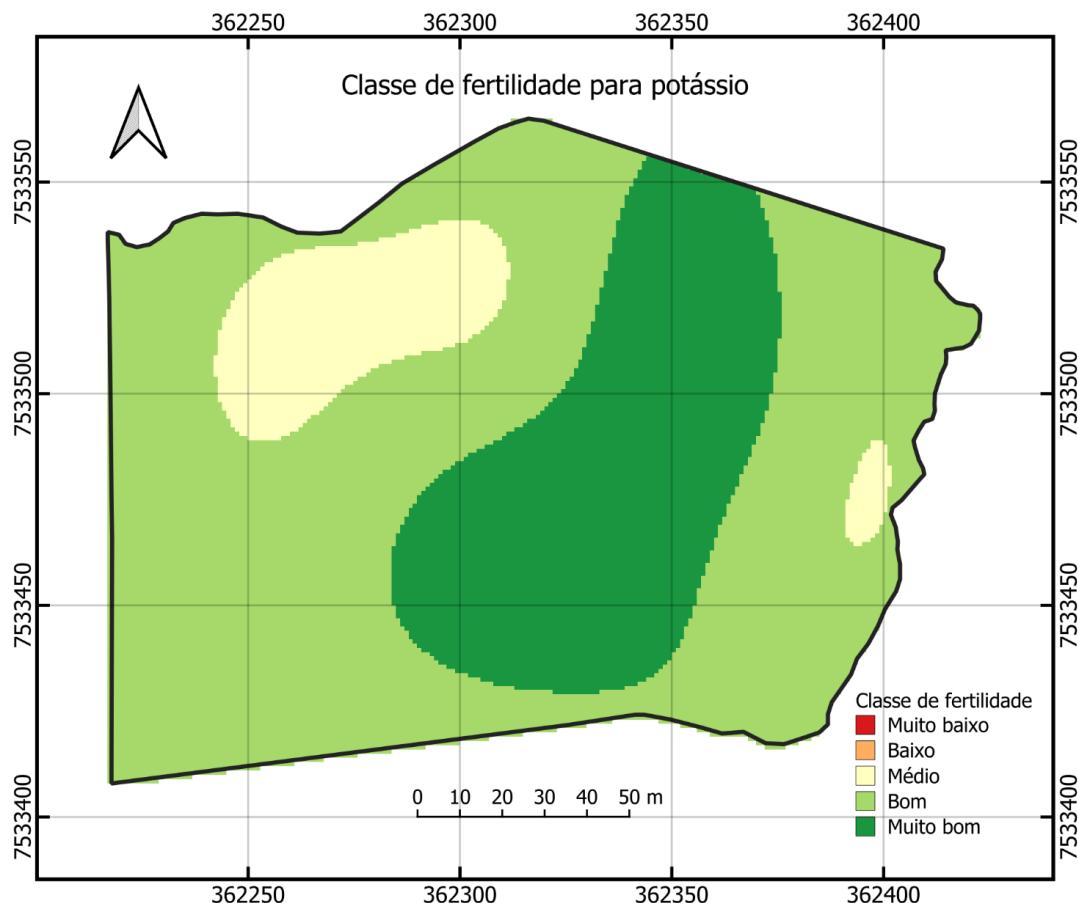


Figura 1: Mapa das classes de fertilidade do potássio, localizada na Fazenda-Escola do IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes, MG.

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 1. Comparativo entre a recomendação convencional e a agricultura de precisão quanto à dose de cloreto de potássio aplicado, área correspondente e custo estimado. Inconfidentes, MG.

Classe de fertilidade	Área (m ²)	% da área	K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Custo KCl (R\$)
Sistema convencional				
Bom	24.906	100	120	1.433,56
Agricultura de precisão				
Muito baixo	-	-	-	-
Baixo	-	-	-	-
Médio	2.399	9,63	160	184,11
Bom	15.808	63,47	120	909,88
Muito bom	6.699	26,90	120	385,59
Total	24.906	100		1.479,58

Cotação do KCl em 27/07/2025 - R\$ 2.782,00 t⁻¹ – Dólar do dia: US\$ 5,57

Fonte: Autores, 2025.

Em contraste, a agricultura de precisão permitiu uma análise mais refinada da fertilidade do solo, identificando três zonas com diferentes necessidades nutricionais: média (9,63% da área), boa (63,47%) e muito boa (26,90%). Com base nesse diagnóstico, foi possível visualizar áreas com

aplicação diferenciada. Essa estratégia gerou um custo total de R\$ 1.479,58, valor ligeiramente superior ao do sistema convencional, porém com uma aplicação mais criteriosa e compatível com as reais demandas do solo.

Apesar do pequeno aumento no custo total, a abordagem baseada em agricultura de precisão proporciona vantagens significativas em termos de racionalização do uso de insumos, sustentabilidade e potencial aumento da eficiência agronômica. Ao evitar aplicações excessivas ou desnecessárias, essa técnica contribui não apenas para a redução de impactos ambientais, mas também para a otimização do retorno econômico ao produtor.

Portanto, a adoção de tecnologias de agricultura de precisão para o manejo da adubação potássica pode representar uma alternativa mais eficiente em comparação ao modelo convencional, especialmente em áreas com alta variabilidade espacial da fertilidade do solo.

5. CONCLUSÃO

A agricultura de precisão apresentou vantagens claras em relação ao sistema convencional no manejo da adubação potássica, especialmente em áreas com alta variabilidade de fertilidade do solo.

O uso de mapas de recomendação possibilitou o diagnóstico detalhado da variabilidade espacial, permitindo uma aplicação localizada conforme a necessidade de cada zona.

Embora não tenha gerado redução direta no custo total de insumos, a agricultura de precisão promoveu maior eficiência no uso dos recursos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. M. C.; VACONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAUJO, J. M.; VIEIRA, J. R; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VARQUES, V. H. A. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG), 1999. p. 314-316.
- ROSSATO, T. Agricultura de precisão. **Relatório de estágio curricular supervisionado**. Instituto Federal Farroupilha, Júlio de Castilhos – RS, 2010.
- SOUZA, S. S.; MOREIRA, S. G.; CASTRO, G. F. Avaliação da fertilidade do solo por Agricultura de Precisão e Convencional. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, n. 1, p. 33-46, 2016.
- SPAROVEK, G.; SCHNUG, E. Soil tillage and precision agriculture: A theoretical case study for soil erosion control in Brazilian sugar cane production. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 61, n. 1-2, p. 47-54, 2001.
- VARQUES, V. H. A.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTURATTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VARQUES, V. H. A. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG), 1999. p. 25-32.