



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA A CULTURA DO MILHO NO OESTE DO PARÁ

**Carlos Alberto Costa Veloso**<sup>(1)</sup>; **Alysson Roberto Baizi e Silva**<sup>(1)</sup>; **Edilson Carvalho Brasil**<sup>(1)</sup>; **Arystides Resende Silva**<sup>(1)</sup>; **Vinicius Ide Franzini**<sup>(1)</sup>; **Eduardo Jorge Maklouf Carvalho**<sup>(1)</sup>; **Samara da Silva Souza**<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisador Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Eneas Pinheiro S/N, Caixa Postal, 48, Belém, PA, CEP: 66095-100  
[veloso@cpatu.embrapa.br](mailto:veloso@cpatu.embrapa.br); <sup>(2)</sup> Estudante de Graduação em Agronomia - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Paragominas, Caixa Postal 284, Paragominas, PA, CEP: 68628-451

**Resumo** – A adubação potássica, realizada de modo adequado, pode aumentar a produtividade da cultura do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de potássio no solo e do parcelamento da adubação na produtividade do milho no oeste do Pará. O experimento foi conduzido no campo, em Latossolo Amarelo distrófico textura muito argilosa, no município de Belterra, Pará, seguindo o delineamento em blocos ao acaso com três repetições, tendo tratamentos arrançados em esquema fatorial  $5 \times 3$ , cinco doses de potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; fonte: KCl) e três parcelamentos da adubação potássica (100% no sulco de semeadura, 50% no sulco de semeadura e 50% em cobertura e 30% no sulco de semeadura e 70% em cobertura). A aplicação de potássio foi feita no plantio e/ou em cobertura, aos 35 dias após a semeadura, conforme o tratamento. O milho foi colhido aos 120 dias após o plantio para avaliação da produtividade de grãos. A produtividade aumentou com a aplicação de potássio, até a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, resposta associada ao baixo teor inicial de potássio no solo (23 mg dm<sup>-3</sup>). A aplicação de todo o potássio no sulco de semeadura resultou em produtividade menor do que aquelas obtidas com o parcelamento da adubação. A aplicação de potássio no solo e o parcelamento da adubação aumentam a produtividade do milho no oeste paraense.

**Palavras-Chave:** cereal, dose; KCl; parcelamento.

### INTRODUÇÃO

O oeste do Pará, onde se localiza o município de Santarém, é uma importante região produtora de grãos, na qual a soja ocupa a maior área plantada, o arroz, a segunda maior, e o milho, uma pequena parcela (~ 2%) da área total de cultivo.

Apesar da pequena expressão do milho na agricultura da região, a expectativa é de que a cultura experimente uma fase de franca expansão nos próximos anos, ancorada principalmente no crescimento da sojicultura.

A melhoria do porto de Santarém e a pavimentação da rodovia BR 163, obras conduzidas com o objetivo principal de escoar para o exterior a soja de Mato Grosso, irão facilitar também a exportação da soja produzida no oeste paraense, razão central para se acreditar na expansão da sojicultura na região.

Em fronteiras agrícolas, a ampliação da área de soja geralmente promove o aumento da área cultivada com milho, devido aos benefícios gerados pelo cereal em rotação ou sucessão com a oleaginosa, que vão desde a quebra de ciclos de pragas e doenças até a otimização da estrutura produtiva da propriedade rural.

Quando o milho é cultivado em um sistema de produção que tem a soja como cultura principal, muita atenção precisa ser dada ao suprimento de potássio para a gramínea, porque essa leguminosa é uma planta que exporta quantidade considerável do nutriente (Coelho, 2008).

A adubação potássica ganha mais relevância ainda para a cultura do milho em virtude da elevada exigência de potássio da planta, sendo o segundo nutriente mais absorvido por ela, atrás apenas do nitrogênio. (Coelho e França, 1995).

As recomendações oficiais da adubação potássica para o milho variam bastante de região para região. No Estado de São Paulo são recomendadas doses entre 0 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Raij e Cantarella, 1997) para intervalos de produtividade de 2-4 e 10-12 t ha<sup>-1</sup> de grãos, respectivamente. Em Minas Gerais, as doses de potássio e as produtividades são um pouco menores, 20 a 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 4-6 a > 8 t ha<sup>-1</sup> de grãos (Alves et al., 1999). No Pará, sugere-se no máximo 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para produção entre 3 e 6 t ha<sup>-1</sup> (Cravo et al., 2007).

A variação acentuada entre as recomendações se deve basicamente à expectativa de rendimento da cultura, que depende de aspectos regionais de clima, solo, material genético e manejo da lavoura. Portanto, o efeito da adubação potássica precisa ser avaliado regionalmente, o que ainda não foi feito para o oeste do Pará.

Outro fator que pode ter influência na eficiência da aplicação de potássio é o parcelamento da adubação. O milho possui uma exigência elevada de potássio no início do seu ciclo (Coelho, 2008) e isso sugere que o fertilizante potássico deva ser aplicado no plantio ou na fase inicial do desenvolvimento da cultura. Entretanto, devido ao elevado índice salino do KCl, o fertilizante potássico mais utilizado no Brasil e no mundo, a aplicação de dose de potássio relativamente elevada no sulco de semeadura pode prejudicar o desenvolvimento inicial das plantas (Bevilaqua et al. 1996; Raij, 1991), diminuindo o potencial de produtividade da lavoura (Mallarino et al. 1997). Em função disso, são necessários estudos para avaliar melhor

se o parcelamento da adubação pode aumentar o rendimento da cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de potássio no solo e do parcelamento da adubação na produtividade do milho no oeste do Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no município de Belterra, próximo à Santarém, Estado do Pará. O solo do local foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico textura muito argilosa, segundo critérios da Embrapa (1999). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0-0,2 m de profundidade, que depois foram submetidas a análises químicas e de textura, conforme Embrapa (1997). A análise química revelou: pH (H<sub>2</sub>O) 5,3; MO = 24,5 g kg<sup>-1</sup>; P = 12 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich 1); K = 23 mg dm<sup>-3</sup> ou 0,06 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 3,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,65 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 4,79 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e CTC = 8,50 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. A análise textural mostrou 27 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa, 12 g kg<sup>-1</sup> de areia fina, 261 g kg<sup>-1</sup> de silte e 700 g kg<sup>-1</sup> de argila.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 5 × 3, sendo cinco doses de potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; fonte: KCl) e três parcelamentos da adubação potássica (100% no sulco de semeadura, 50% no sulco de semeadura e 50% em cobertura e 30% no sulco de semeadura e 70% em cobertura). A aplicação do fertilizante potássico em cobertura foi feita 35 dias após a semeadura do milho, junto com a ureia.

O preparo do solo consistiu em uma aração com grade aradora e duas gradagens com grade niveladora, sendo ambas as operações realizadas em sentidos transversais.

A correção da acidez do solo foi realizada com a aplicação de 1,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT = 90%;) de modo elevar a saturação por bases a 60%, conforme indicação de Veloso et al. (2007). A dose de calcário foi calculada pelo método da saturação por bases. O corretivo foi distribuído em área total, metade da dose aplicada antes da aração e a outra metade após a aração e antes da gradagem. Procurou-se incorporar o insumo na camada de 0-0,2 m de profundidade.

A parcela experimental tinha 5,6 × 8,0 m, com oito linhas de milho, espaçadas em 0,7 m, tendo cinco plantas por metro linear. As sementes de milho híbrido (*Zea mays* L. cv. BRS 1030) foram semeadas em janeiro de 2010.

Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, usando como fontes o superfosfato triplo e a ureia, respectivamente. O fertilizante fosfatado foi aplicado no sulco de semeadura. O fertilizante nitrogenado foi parcelado em duas aplicações, uma na semeadura (30 kg ha<sup>-1</sup> de N), ao lado do sulco, e outra em cobertura (60 kg ha<sup>-1</sup> de N), aos 35 dias após a semeadura.

A colheita foi efetuada manual aos 120 dias após o plantio. A produção de grãos foi avaliada após a

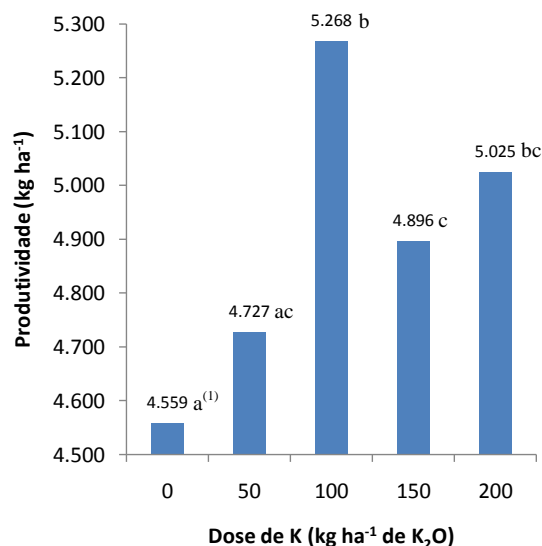
maturação fisiológica em área útil de 22,4 m<sup>2</sup> e a massa de grãos foi corrigida para 13% de umidade.

Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de potássio e o parcelamento da adubação tiveram efeito significativo ( $P < 0,01$ ) na produtividade de grãos de milho, mas não houve efeito da interação ( $P > 0,05$ ) entre os fatores, indicando que eles atuaram de modo independente no rendimento da cultura.

A produtividade aumentou até a dose de potássio de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 1), não havendo benefício decorrente da aplicação de doses superiores. Nessa dose, o acréscimo de produtividade foi de 709 kg ha<sup>-1</sup> ou 16% em relação à ausência de aplicação de potássio.



**Figura 1.** Produtividade de milho em função de doses de potássio.

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).  
CV = 4,56%.

O aumento de produção em resposta à adubação potássica ocorreu porque o solo apresentava um teor inicial de potássio (23 mg dm<sup>-3</sup>) considerado baixo para o Estado do Pará, conforme critério de Cravo et al. (2007).

A produtividade mais elevada obtida neste experimento (5.268 kg ha<sup>-1</sup>) foi conseguida com aplicação de uma dose de potássio 67% superior à máxima recomendada para a cultura no Pará (Cravo et al., 2007). Embora não tenha sido determinada a dose econômica neste estudo, a grande diferença entre a dose que proporcionou a mais alta produtividade e a recomendada atualmente chama atenção para a necessidade de revisão da tabela de adubação do Estado ou até mesmo a sua regionalização.

A aplicação de todo o potássio no sulco de semeadura resultou em menor produtividade em comparação com o parcelamento da adubação (Tabela 1). Como já observado em outros experimentos (Bevilaqua et al. 1996; Mallarino

et al. 1997), é possível que o fertilizante potássico colocado próximo das raízes tenha prejudicado o desenvolvimento inicial das plantas, explicando o menor desempenho da adubação apenas no sulco. Para evitar esse problema, Fancelli (2010) sugere que a aplicação de potássio no sulco seja de, no máximo, 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

O cuidado de não se aplicar dose excessiva de potássico no sulco deve ser maior ainda em solos arenosos. Esses solos apresentam menor capacidade de retenção de cátions e, por isso, uma maior quantidade de potássio tende a entrar em contato com as raízes logo após a aplicação do fertilizante. Além disso, a concentração do fertilizante potássico na linha de semeadura pode tornar a lixiviação de potássio mais intensa.

A aplicação de 50% ou 70% da dose de potássio em cobertura não resultou em diferença na produtividade (Tabela 1), indicando que a maior parte do potássio pode ser transferida da adubação de plantio para a adubação de cobertura. Transferir a maior parte do potássio para a cobertura permite ao produtor rural ter maior flexibilidade na escolha do fertilizante de plantio, podendo optar, inclusive, por fórmulas com maiores teores de nitrogênio e fósforo, que já são uma tendência em certas regiões do Brasil Central.

**Tabela 1.** Produtividade de milho em função do parcelamento da adubação potássica.

Parcelamento	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
100% Plantio	4.640 b <sup>(1)</sup>
50% Plantio 50% Cobertura	5.036 a
30% Plantio 70% Cobertura	5.009 a

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).  
CV = 4,56%.

Utilizar fórmula mais concentrada em nutrientes possibilita, além da redução do gasto com transporte do produto, aumentar o rendimento de plantio, pelo menor número de interrupção da operação para abastecimento da semeadora-adubadora com fertilizante. A ressalva que se faz ao lado dessas vantagens é o produtor conseguir suprir a necessidade de enxofre do milho, uma vez que, quanto mais concentrada a fórmula, menor é seu teor de enxofre na forma de sulfato. Como alternativas ao suprimento de enxofre têm-se o gesso agrícola, enxofre elementar e o próprio sulfato de amônio.

É importante ressaltar que os resultados deste trabalho fornecem uma base para o manejo adequado da adubação potássica, possibilitando aos produtores rurais o uso racional do potássio do fertilizante no processo de expansão da área de milho na região de Santarém.

## CONCLUSÕES

1. A aplicação de fertilizante potássico em solo com baixo teor de potássio aumenta a produtividade do milho no oeste paraense, independentemente do parcelamento da adubação.

2. O parcelamento da adubação potássica proporciona maior produtividade em comparação com a aplicação da dose integral de potássio no sulco de semeadura.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, V.M.C.; VASCONCELLOS, C.A.; FREIRE, F.M.; PITTA, G.V.E.; FRANÇA, G.E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J.M.; VIEIRA, J.R.; LOUREIRO, J.E. Milho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação*. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.314-316.
- BEVILAQUA, G.A.P.; BROCH, D.L.; POSSENTI, J.C.; VILLELA, F.A. Posição do fósforo e potássio na adubação da semente e no crescimento de plântulas de milho. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.2, 87-92, 1996.
- COELHO, A.M. Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. *A cultura do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p.131-157.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. *Informações Agronômicas*, n.71, p.61-67, 1995. (Encarte Técnico)
- CRAVO, M.S.; SILVEIRA FILHO, A.; RODRIGUES, J.E.L.; VELOSO, C.A.C. Milho. In: CRAVO, M.S.; VIÉGAS, I.J.M.; BRASIL, E.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p.153-155.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.
- FANCELLI, A.L. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura de milho. *Informações Agronômicas*, n.131, 1-16, 2010.
- MALLARINO, A.P.; BORDOLL, J.M.; BORGES, R. Phosphorus and potassium placement effects on early growth and nutrient uptake of no-till corn and relationships with grain yield. *Agronomy Journal*, 91:37-45, 1997.
- RAIJ, B. van; CANTARERELLA, H. Milho. In: RAIJ, B. van; CANTARERELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2 ed. rev. atual. Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p.56-59 (Boletim técnico, 100)
- VELOSO, C.A.C.; BOTELHO, S.M.; RODRIGUES, J.E.L.F. Correção da acidez do solo. In: CRAVO, M.S.; VIÉGAS, I.J.M.; BRASIL, E.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p.93-103.