

## Sistemas de adubação potássica na sucessão aveia/milho.

**Bruno Cocco Lago<sup>(1)</sup>; Silas Maciel de Oliveira<sup>(2)</sup>; Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida<sup>(3)</sup>; Clovis Pierozan Junior<sup>(4)</sup>; Felipe Brendler Oliveira<sup>(5)</sup>; Rafaela Alenbrant Migliavacca<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Aluno de mestrado; Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP); Piracicaba, São Paulo; E-mail: [bruno.cl@usp.br](mailto:bruno.cl@usp.br); <sup>(2)</sup> Aluno de mestrado; ESALQ/USP; Piracicaba, São Paulo; <sup>(3)</sup> Aluno de doutorado; ESALQ/USP; Piracicaba, São Paulo; <sup>(4)</sup> Aluno de doutorado; ESALQ/USP; Piracicaba, São Paulo; <sup>(5)</sup> Aluno de doutorado; ESALQ/USP; Piracicaba, São Paulo; <sup>(6)</sup> Aluna de mestrado; ESALQ/USP; Piracicaba, São Paulo.

**RESUMO:** Os sistemas de adubação potássica são alterados constantemente com o propósito de aumentar o rendimento da operação de semeadura. O objetivo do trabalho foi avaliar sistemas de adubação de potássio (K) no milho. Dois experimentos foram conduzidos em áreas de plantio direto na sucessão de aveia/milho na safra 2012/2013 nos municípios de Guarapuava-PR e Taquarituba-SP. Os tratamentos foram constituídos da aplicação de K nos seguintes sistemas de adubação: (i) aplicação no perfilhamento da aveia cultivada anteriormente ao milho; (ii) aos 30 dias anteriores à semeadura do milho sobre a palha de aveia; (iii) na semeadura do milho (iv) uma aplicação em cobertura (milho com quatro folhas expandidas); e (v) duas aplicações em cobertura (V4 e V6). Não houve diferença na produção de grãos de milho com aplicação de K nos sistemas propostos. Estes sistemas de adubação podem ser utilizados em áreas com alta fertilidade em K sob o sistema de plantio direto.

**Termos de indexação:** Potássio, adubação de sistemas, adubação antecipada.

### INTRODUÇÃO

O potássio (K), não apresenta uma fonte renovável em seu ciclo biogeoquímico, sendo absorvido pelas plantas quando oriundo da reserva existente nos solos, da reciclagem de materiais vegetais ou das aplicações de fertilizantes (Coelho, 2005).

Há muita discussão sobre os sistemas de adubação, principalmente em relação à sua eficiência na produtividade das culturas. Estas discussões iniciam a partir do momento em que na prática, agricultores desencadeiam algumas técnicas de adubações em suas lavouras, com o propósito de aumentar o rendimento operacional das máquinas e, conseqüentemente, implantar a cultura na época mais favorável.

Nos trabalhos de pesquisa envolvendo o SPD, é observado que as alterações físicas, químicas e biológicas do solo resultam em maior eficiência de aproveitamento dos nutrientes e da água, permitindo a aplicação de fertilizantes em superfície

quando o teor de K no solo é médio a alto (Kurihara & Hermani, 2011).

Neste sentido, surgiram novos sistemas de adubação potássica em detrimento àqueles usados tradicionalmente na semeadura e na cobertura da cultura principal.

Adubação de sistemas: consiste em adubar a cultura de inverno ou de cobertura, para posterior aproveitamento dos nutrientes pela cultura principal, através da reciclagem de nutrientes e do efeito residual do fertilizante. O fertilizante aplicado na cultura de cobertura aumenta a eficiência operacional na semeadura da safra.

Adubação antecipada: conceito de adubar sobre a palha dias antes da semeadura da cultura de safra para reduzir ou até mesmo eliminar o fertilizante da semeadura e aumentar a eficiência operacional.

Adubação na semeadura: baseia-se na aplicação de todo potássio na semeadura da cultura de verão, para reduzir número de operações realizadas na área.

Adubação de cobertura: realizada após a semeadura da lavoura, com aplicação dos nutrientes no momento de maior demanda pelas plantas.

A aveia-preta apresenta uma boa relação de produção de biomassa e cobertura de solo (Gouveia & Almeida, 1997), precedendo a semeadura de culturas anuais com potencial de realizar a reciclagem de potássio.

O potássio é facilmente reciclado no sistema, pois retorna ao solo rapidamente após a senescência das plantas de cobertura por não participar da formação de compostos orgânicos estáveis (Giacomini et al., 2003).

Os principais pontos a serem observados nestes sistemas de adubação são as desvantagens envolventes, como lixiviação, salinidade e retenção na palha, que determinam a eficiência de cada sistema proposto, para então subsidiar qual a melhor tomada de decisão, avaliando também aspectos de eficiência operacional e custo de produção.

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência dos sistemas de adubação de potássio no milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos conduzidos em áreas de plantio direto foram objetos de estudo para avaliação das épocas de adubação potássica durante a sucessão de aveia/milho na safra 2012/2013, nos municípios de Guarapuava-PR e Taquarituba-SP.

Os solos utilizados nas duas regiões apresentam textura muito argilosa, e os resultados das análises químicas de amostras coletadas no início dos experimentos estão descritos na **Tabela 1**.

O delineamento adotado foi blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas continham 7 linhas de milho por 10 metros de comprimento, com espaçamento de 0,7 metros entre si em

Guarapuava e de 0,45 metros em Taquarituba.

Em Guarapuava a semeadura da aveia branca (*Avena sativa*) foi realizada em maio com distribuição de 60 kg ha<sup>-1</sup> de semente à lanço. Em Taquarituba utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa*), com implantação no final de março e espaçamento de 0,17 metros entre linhas, totalizando também uma distribuição de 60 kg ha<sup>-1</sup> de sementes.

A dessecação da aveia foi realizada aos 30 dias antes da semeadura do milho.

A população final do milho foi de 73 e 66 mil plantas ha<sup>-1</sup> em Guarapuava e em Taquarituba, respectivamente. A dose de K<sub>2</sub>O fornecida através de cloreto de potássio (KCl), foi de 80 kg ha<sup>-1</sup> em Taquarituba e 128 kg ha<sup>-1</sup> em Guarapuava, para todos os tratamentos.

**Tabela 1** – Análise química dos solos de Guarapuava - PR e de Taquarituba - SP.

Local	pH (CaCl <sub>2</sub> )	MO	P <sub>resina</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma de Bases	CTC	Saturação de Bases	Saturação Al	S (SO <sub>4</sub> )
		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							V%	m%	mg dm <sup>-3</sup>
Taquarituba	5,5	40	19	7,6	42	31	34	0	81	115	70	0	12
Guarapuava	5,1	51	29	4	50	23	64	0	77	141	55	0	15

## Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram constituídos da aplicação de potássio à lanço nos seguintes sistemas de adubação: (i) aplicação no perfilhamento da aveia cultivada anteriormente ao milho; (ii) aos 30 dias anteriores à semeadura do milho sobre a palha de aveia; (iii) na semeadura do milho (iv) uma aplicação em cobertura (milho com quatro folhas expandidas); e (v) duas aplicações em cobertura (V4 e V6).

A determinação da produtividade foi obtida através da colheita das espigas de 5 metros das 3 linhas centrais da parcela. Os grãos foram pesados, e em seguida, a umidade dos grãos foi corrigida à 13%.

## Análise estatística

Os dados apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas o que possibilitou a aplicação da análise de variância (teste F). As análises foram realizadas com auxílio do programa Statistical Analysis System versão Windows 9.2 (SAS Inst., 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação potássica nos sistemas avaliados

não interferiu significativamente no rendimento de grãos em nenhum dos experimentos (**Tabela 2**).

Em solos com teores elevados de K (**Tabela 1**), a adubação potássica pode ser realizada em qualquer manejo proposto.

**Tabela 2** – Rendimento de grãos de milho em Guarapuava - PR e em Taquarituba - SP.

Tratamentos	Produtividade	
	Guarapuava	Taquarituba
	kg ha <sup>-1</sup>	
T1	16718,9	6722,2
T2	15832,1	6491,2
T3	15634,7	6405,4
T4	15165,4	6386,2
T5	15002,9	5831,4
Média	15670,8	6367,28
Pr>F	0,29 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>
CV (%) <sup>(1)</sup>	7,34	15,3

T1: no perfilhamento da aveia cultivada anteriormente ao milho (Adubação de Sistemas); T2: aos 30 dias anteriores à semeadura do milho sobre a palha de aveia (Adubação Antecipada); T3: na semeadura do milho; T4: na adubação de cobertura no milho em estágio fenológico V2; e T5: adubação parcelada em duas vezes



sob a forma de cobertura, uma com o milho no estágio fenológico V2 e outra no V4.

<sup>(1)</sup> coeficiente de variação; <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Em solos com alta fertilidade é possível realizar uma adubação do sistema, pensando em adubar as plantas de cobertura de inverno ou adubar dias antes à sementeira da cultura de verão, desde que o sistema produtivo utilizado permita a adequada manutenção da cobertura vegetal e, principalmente, o acúmulo de matéria orgânica no solo (Kurihara & Hermani, 2011). Apesar dos manejos conservacionistas apresentarem maior infiltração de água, o K da solução é menor devido à maior Capacidade de Troca Catiônica (CTC) causado pelo incremento de matéria orgânica e a presença contínua de plantas sob o solo (Mielniczuk, 2005).

Nos tratamentos T1 e T2, houve disponibilização do K para o milho, possivelmente por não haver perdas por lixiviação, devido à reciclagem de nutrientes.

A reciclagem de nutrientes e a elevada CTC dos dois solos, contribuiu para que a lixiviação do K não fosse elevada o suficiente ao ponto de redução de produtividade.

Por não participar da formação de compostos orgânicos estáveis, o elemento pode ser extraído com facilidade dos tecidos vegetais pela ação da água das chuvas e também pela própria umidade do solo, sem a necessidade de mineralização dos resíduos (Giacomini et al., 2003), fator este que permite a utilização dos novos sistemas de adubação, a adubação de sistemas e a adubação antecipada. E ainda, em um sistema de produção adotado sem intervalo de pousio entre a cultura de cobertura e a de milho, o K será absorvido, permanecendo em maior parte do tempo no tecido vegetal, reduzindo suas perdas (Mielniczuk, 2005), motivo este que manteve o nível de produção.

A taxa média de liberação de K dos resíduos culturais de ervilhaca comum, nabo-forageiro e aveia-preta foi 4,5 vezes maior do que a observada em relação ao P, além disso, praticamente todo o K acumulado nos resíduos culturais foi liberado nos primeiros 29 dias (ervilhaca e nabo) e 60 dias (aveia-preta) após o início da avaliação, no estágio de florescimento (Giacomini et al., 2003). Semelhante a esses resultados, Crusciol et al. (2008), encontraram aos 53 dias após o manejo, com rolo faca e herbicida, da aveia-preta, 98% do total de K acumulado em parte aérea no solo. Em relação ao potencial de disponibilização de K da palha, a aveia-preta e a braquiária obtiveram 20% a menos em relação ao triticale (Calonego et al., 2005). Na palha da aveia utilizada como cobertura

de solo em plantio direto há aproximadamente 60 kg ha<sup>-1</sup> de K reciclado (Marques et al., 2002). Por este motivo, o T1 foi eficiente, uma vez que o potencial de absorção e facilidade de liberação da aveia em solo com alto teor de K garantiu quantidade suficiente de potássio para o milho implantado em sucessão à aveia.

A adubação de sementeira (T3) não implica em problemas de salinidade pelo fato da aplicação ter sido à lanço. No caso de aplicação em sulco, esta deve ser com distância da semente, a fim de evitar o efeito salino.

Os tratamentos adubados em cobertura (T4 e T5) foram eficientes, pois o solo, muito fértil em potássio, atendeu a demanda deste nutriente pela planta no início de seu desenvolvimento, ou seja, antes da aplicação desses tratamentos. Portanto, não há a necessidade de realizar duas coberturas.

Em solos com altos teores de potássio, o produtor pode escolher o melhor sistema de adubação visando seu interesse no rendimento operacional ou na redução do número de operações mecanizadas (redução de custo).

## CONCLUSÕES

As novas estratégias de adubação propostas podem ser utilizadas em áreas com alta fertilidade em K sob o sistema de plantio direto.

## REFERÊNCIAS

### a. Periódicos:

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estágios de senescência após a dessecação química. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 99-108, 2005.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia-preta em plantio direto. *Bragantia*, São Paulo, v. 67, n. 2, p. 261-266, 2008.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B.; Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 38, n. 9, p. 1097-1104, 2003.

GOUVEIA, R. F. de; ALMEIDA, D. L. de. Avaliação de algumas características agrônomicas de sete adubos verdes de inverno no Município de Paty do Alferes, RJ. *Revista da Universidade Rural, Série Ciência da Vida*, Itaguaí, v. 19, p. 1-11, 1997.



**b. Livro:**

KURIHARA, C. H; HERNANI, H. C. Adubação Antecipada no Sistema Plantio Direto – Dourados, MS: Embrapa. Agropecuária Oeste, 2011. 45 p.

**c. Capítulo de livro:**

COELHO, A. M. O potássio na cultura do milho. In: YAMADA, T; ROBERTS, T. L. (Ed.). Potássio na Agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2005. pp. 613-658.

MIELNICZUK, J. Manejo conservacionista da adubação potássica. In: YAMADA, T; ROBERTS, T. L. (Ed.). Potássio na Agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2005. 7, p. 165-178.

**d. Trabalho em Anais:**

MARQUES, R.R.; DELAVALLE, F.G.; LAZARINI, E.; BUZETTI, S.; ARATANI, R.G. Quantidades de nutrientes restituídos ao solo através de plantas de cobertura e resíduos das culturas de soja e milho, em função da presença ou ausência de calcário na implantação do sistema de plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, 2002, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: SBCE/UFRRJ, 2002. CD ROM.

**e. CD-ROM:**

SAS Institute Inc. The SAS System, release 9.2. SAS Institute Inc., Cary: NC, 2008.