

Acúmulo e Velocidade de Liberação de Potássio de Resíduos de Plantas Anuais de Inverno Sob Diferentes Preparos de Solo

Fábio Henrique Gebert⁽¹⁾; João Kaminski⁽²⁾; Ademir Calegari⁽³⁾; Carlos Alberto Casali⁽⁴⁾; Tales Tiecher⁽⁵⁾; Rogério Piccin⁽⁶⁾ & Roque Junior Sartori Bellinaso⁽⁷⁾

(1) Aluno do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Rua Tuiuti, nº1835, CEP 97015-663, fhebert@hotmail.com (apresentador); (2) Eng. Agr., Dr. Ciência do Solo, Professor Colaborador do PPGCS, UFSM, CEP: 97105-900, Santa Maria-RS, João.kaminski@gmail.com; (3) Pesquisador do Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR, calegari@iapar.br; (4) Eng. Agr., Me Ciência do Solo, Professor do Instituto Federal Farroupilha – JC, CEP: 98130-000, Julio de Castilhos-RS, betocasali@jc.iffarroupilha.edu.br; (5) Eng. Agr., Me Ciência do Solo, aluno do PPGCS, UFSM, Santa Maria-RS, tales.t@hotmail.com; (6) Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq, Curso de Agronomia – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, rogeriopiccin@hotmail.com; (7) Aluno do Curso de Agronomia da UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, roquejunior_bellinaso@hotmail.com.

Apoio: CNPq

RESUMO: A manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo, o tipo de resíduo e sua velocidade de decomposição são de grande importância no estudo da ciclagem de nutrientes. Este estudo foi desenvolvido na área experimental do IAPAR - Pato Branco-PR, onde foram avaliados seis resíduos de coberturas de inverno: tremoço azul (*Lupinus angustifolius* L.), ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), aveia preta (*Avena strigosa* S.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), centeio (*Secale cereale* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.), sob Sistema Plantio Direto (SPD) e Sistema Cultivo Convencional (SCC) em um Latossolo Vermelho aluminoférrico. Foi avaliado: velocidade de liberação de potássio (K), matéria seca remanescente (MSR) em bolsas de decomposição, teor de carbono orgânico (Corg), potássio total (Kt) e nitrogênio total (Nt). O centeio foi a planta que apresentou a maior produção de matéria seca, o maior acúmulo de potássio ocorreu na ervilhaca sendo seu valor 2 e 2,4 vezes maior que no centeio e no trigo, respectivamente. A velocidade de liberação foi maior para todas as leguminosas em relação às gramíneas, sendo velocidade inicial rápida (entre 0 e 28 dias) e ao diminuindo longo do tempo.

Palavras-chave: K remanescente, matéria seca remanescente, reciclagem de nutrientes.

INTRODUÇÃO

A necessidade de implantar práticas conservacionistas do solo levou a um aumento expressivo das áreas agrícolas sob SPD no Brasil. Essa prática agrícola aumenta a permanência de cobertura vegetal e de seus resíduos sobre o solo, promovendo a proteção do solo contra a erosão e, ao mesmo tempo, a ciclagem de nutrientes, melhorando o aproveitamento dos insumos agrícolas.

Conforme Paul & Clark (1996), os principais fatores que afetam a taxa de mineralização dos resíduos vegetais, são a quantidade e a qualidade do substrato. Além da qualidade do resíduo (fração solúvel, teor de nutrientes, relação C/N, C/P, lignina/N), outros fatores como a temperatura, umidade, pH, população microbiana do solo, disponibilidade de O₂ e nutrientes também influenciam na taxa de mineralização dos resíduos.

Segundo Brady (1989), o K é requerido em grande quantidade pelas plantas, sendo esta equivalente a quantidade de nitrogênio (N) e de três a quatro vezes mais que o fósforo (P). No entanto os estudos realizados com plantas de cobertura priorizam a avaliação do aumento de produtividade de cultivos sucessores e da mineralização de N, dando-se pouca atenção a liberação de P e K.

Ao estudar a liberação de P e K em resíduos vegetais, Giacomini et al., (2003) verificaram que a velocidade de liberação de nutrientes destes resíduos durante o processo de decomposição depende da localização e da forma em que esses nutrientes se encontram no tecido. O K possui uma liberação muito rápida, pois é um elemento que não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (Marschner, 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo e a velocidade de liberação de K de resíduos culturais de aveia, trigo, centeio, ervilhaca comum, tremoço azul e nabo forrageiro, manejados sob SCC e SPD.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está instalado no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) em Pato Branco, Sudoeste do Estado do Paraná. O clima é subtropical úmido, do tipo Cfb (Köppen), sem estação seca definida. A precipitação média anual varia de 1200 a



1500 milímetros. O solo é classificado em Latossolo Vermelho aluminoférrico (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi instalado em março de 1986 com o preparo do solo em toda a área e aplicação de calcário para elevar o pH do solo até 6,0. Os tratamentos consistem em seis diferentes culturas anuais de inverno, quais sejam: tremoço azul (*Lupinus angustifolius* L.), ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), aveia preta (*Avena strigosa* S.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), centeio (*Secale cereale* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.). As plantas foram manejadas sob SPD e SCC, em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições, totalizando 36 parcelas. As espécies de inverno constituem a parcela principal (12 x 20 m) e os sistemas de preparo do solo, as subparcelas (6 x 20 m).

As culturas de verão soja e milho são semeadas alternadamente e sempre recebem adubação mineral, totalizando durante os 25 anos 1300 Kg P₂O₅ ha⁻¹, 745 Kg K₂O ha⁻¹ e 425 Kg N ha⁻¹. O P e o K são aplicados simultaneamente no plantio e a aplicação de N é realizada apenas no milho, sendo de 1/3 da dose no plantio e 2/3 em cobertura. No transcorrer desses anos, em todas as parcelas, foi aplicado superficialmente calcário dolomítico em cinco momentos, totalizando 9,5 Mg ha⁻¹.

Em maio de 2011, realizou-se a semeadura das plantas anuais de inverno, com espaçamento entre linhas de 17 cm e sem adição de fertilizantes. No decorrer do seu desenvolvimento, as plantas não receberam nenhum tipo de controle de doenças, insetos e plantas daninhas. Em setembro de 2011, quando o tremoço, o centeio e o nabo forrageiro estavam no final do estágio de florescimento, a aveia no estágio de emborrachamento, a ervilhaca no início do estágio de florescimento e o trigo no estágio de enchimento dos grãos, efetuou-se a coleta de material verde da parte aérea das plantas, por meio de um quadro de 0,64 m², em dois pontos de cada parcela.

As amostras coletadas foram acondicionadas em ambiente protegido e com arejamento natural durante sete dias, a fim de diminuir o teor de umidade. Após, o material vegetal seco ao ar (MVSA) foi pesado, retirando-se uma amostra, que foi secada em estufa a 65°C até peso constante para avaliar a umidade e quantificar a produção de material seco da parte aérea (MSPA). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey

equipado com peneira de 1,0 mm e armazenadas para as determinações químicas.

Para avaliar a decomposição do MVSA e a liberação de K, utilizaram-se bolsas de decomposição feitas de poliéster com as dimensões de 0,2 x 0,2 m e malha de 0,5 mm. As bolsas receberam uma quantidade de MVSA, cortada em pedaços de 15 cm, com quantidade proporcional ao produzido por cada espécie de planta nas suas parcelas, e foram distribuídas na superfície do solo das respectivas parcelas. Em cada parcela foram distribuídas 10 bolsas, sendo que aos 7, 14, 28, 56 e 112 dias após o manejo das plantas, efetuou-se a coleta de duas bolsas por parcela, totalizando 6 repetições para cada tempo (2 bolsas x 3 blocos).

As determinações químicas foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UFSM. O MSPA das plantas foi digerido com uma mistura de H₂SO₄ e H₂O₂, conforme Tedesco et al. (1995), a fim de avaliar os teores totais de N e K, os quais foram determinados por meio de um destilador semi-micro Kjeldhal e fotômetro de chama, respectivamente. Também se determinou o teor de carbono da MSPA, conforme EMBRAPA (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acúmulo de potássio

Dentre as plantas avaliadas, a aveia e o tremoço foram as únicas a apresentar diferença significativa na concentração de K entre os dois sistemas de cultivo (tabela 1). Sendo que a aveia apresentou maior concentração no SCC 34 g kg⁻¹ quando relacionada com SPD 26 g kg⁻¹, em contraponto ao tremoço, que atingiu concentração maior no SPD 32 g kg⁻¹ do que no SCC 26,7 g kg⁻¹, este se explica pela maior homogeneidade do K encontrada no perfil do SCC, associado com o sistema radicular mais agressivo da aveia que se aprofunda no perfil do solo, aumentando a área de absorção de K. Diferente das raízes do tremoço que são mais superficiais e estavam expostas a uma maior concentração de K na superfície do solo, devido ao SPD. Já para as demais, não houve diferença significativa no teor de K do tecido entre SPD e SCC.

A ervilhaca comum acumulou a maior quantidade de K no tecido, sendo 40 g kg⁻¹ no SPD e 38 g kg⁻¹ no SCC, seguida pela aveia e pelo nabo forrageiro. O trigo e o centeio foram as plantas que apresentaram o menor teor de K no tecido, sendo 2 e



2,4 vezes menor que a ervilhaca, respectivamente, e não diferiram estatisticamente entre si. Giacomini et al. (2003) também verificaram que a ervilhaca comum apresentava um maior teor de K no tecido vegetal, comparativamente à aveia preta e nabo forrageiro. Por outro lado, Espíndola et al. (2006), observaram maior acúmulo de K em espécies gramíneas.

Ao avaliar o acúmulo de K por hectare, verifica-se que a ervilhaca e o trigo acumularam a mesma quantidade do nutriente em SPD e SCC. Para as outras plantas, a quantidade de K acumulado no SPD foi significativamente maior que no SCC (Tabela 1). Isso se deve ao fato que centeio, aveia, nabo forrageiro e tremoço azul produziram maior quantidade de MSPA sob SPD, acarretando em uma maior quantidade de K reciclado nesse sistema de manejo.

Sob SPD, todas as plantas conseguiram reciclar a mesma quantidade de potássio, enquanto que sob SCC, o centeio, a ervilhaca e o nabo forrageiro conseguiram reciclar maior quantidade de K, comparativamente ao trigo e aveia, que não diferiram estatisticamente entre si, e o tremoço azul. Esse último apresentou o menor valor de K acumulado por ha, em função de produzir apenas 1490 kg ha⁻¹ de MSPA (Tabela 1).

Velocidade de liberação de potássio

O potássio foi rapidamente liberado da MSPA das plantas anuais de inverno, dando destaque para a ervilhaca, o tremoço e o nabo forrageiro, que apresentaram maiores taxas de liberação do nutriente (Figura 1B). Nos primeiros 7 dias após o manejo, observou-se grande declínio do K remanescente na MSPA de todos os tratamentos, no entanto a mesma velocidade se manteve para as leguminosas aos 14 dias, enquanto neste mesmo período a velocidade de liberação de K das gramíneas reduziu (Figura 1B). Resultados equivalentes foram encontrados por Giacomini (2003), onde obteve-se aos 15 dias uma relação de 3:1 entre leguminosa e gramínea, respectivamente. Essa rápida liberação ocorrida nos primeiros dias de manejo se deve principalmente ao fato de o K não estar associado a nenhuma estrutura do tecido (Marschner, 1995). Com isso, pensando no melhor aproveitamento do K, deve-se priorizar a implantação da cultura sucessora logo após o manejo da planta de cobertura.

A liberação do K na matéria seca aos 56 dias foi de 94%, 93% e 93% para a ervilhaca, nabo e tremoço, respectivamente, já para as gramíneas no mesmo período as quantidades liberadas foram de 71%, 63% e 80% para a aveia, trigo e centeio respectivamente. Essa menor velocidade de liberação das gramíneas pode ser explicada pela maior relação C:N da MSPA destas plantas.

A quantidade total de K liberado (total acumulado – remanescente) aos 112 dias após o manejo dos resíduos sob SPD, da aveia, trigo e centeio foram 83, 99 e 140 kg ha⁻¹, respectivamente e para a ervilhaca, nabo e tremoço foram de 136, 149 e 138 kg ha⁻¹ respectivamente. Dessa forma a aveia ficou com mais K remanescente (41%) e as leguminosas liberaram 95% do total de K. Este fator deve ser considerado para tomar a decisão da cultura de inverno a ser implantada. Visando um maior aproveitamento do nutriente, o consórcio leguminosa + gramínea se torna uma boa alternativa, pois promoverá uma taxa de liberação de K mais lenta e constante, além de proporcionar ao solo uma cobertura por maior período de tempo.

CONCLUSÕES

A ervilhaca comum possui maior capacidade de reciclar K, pois consegue acumular maior quantidade de K no tecido e, ao mesmo tempo, produzir uma quantidade de MSPA considerável.

A liberação de K do resíduo de plantas anuais de inverno varia conforme a espécie, sendo mais rápida para as leguminosas e as crucíferas e mais lenta para as gramíneas.

A aveia e tremoço foram as plantas de cobertura que apresentaram diferença no teor de K no tecido, influenciado pelo sistema de manejo.

AGRADECIMENTOS

Ao IAPAR, na pessoa do pesquisador Ademir Calegari e José Nilton Sanguanini, pela disponibilização da área experimental e apoio na execução do trabalho, e ao CNPq.

REFERÊNCIAS

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; TEIXEIRA, M.G. & URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas



perenes consorciadas com bananeira. R. Bras. Ci. Solo, 30:321-328, 2006.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HÜBNER, A.P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E. & AMARAL, E.B. Liberação fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. Pesq. Agropec. Bras, 38:1097-1104, 2003.

EMBRAPA – CNPS. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Brasília: EMBRAPA, 1997. 212p.

EMBRAPA - CNPS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). 2.ed. 2006. 306p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI,

C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.

BRADY, N.C. Suprimento e assimilabilidade de fósforo e potássio. In: BRADY, N.C. Natureza e propriedade dos solos. 7.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989. p.373-413.

MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macro-nutrients. In: MINERAL nutrition of higher plants. 2.ed. San Diego, Academic, 1995. p.229-312.

PAUL, E.A. & CLARK, F.E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: SOIL microbiology and biochemistry. 2.ed. San Diego, Academic, 1996. p.158-179.

Tabela 1 - Concentração de C, N, K e relação C:N do MSPA de plantas de inverno cultivadas em um Latossolo Vermelho sob SCC e SPD. Pato Branco, setembro de 2011.

| Parâmetro | Sist. de manejo | Planta anual de inverno | | | | | |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| | | Aveia | Centeio | Ervilhaca | Nabo | Tremoço | Trigo |
| Carbono (g Kg ⁻¹) | SCC | 359 bA ¹ | 393 aA | 358 bA | 366 bA | 367 bA | 381 aA |
| | SPD | 367 bA | 380 aA | 344 bA | 346 bA | 361 bA | 370 aA |
| Nitrogênio (g Kg ⁻¹) | SCC | 16 cA | 10 dA | 27 aA | 15 cA | 25 bA | 10 dA |
| | SPD | 16 cA | 11 dA | 36 aA | 23 cA | 27 bA | 10 dA |
| Potássio (g Kg ⁻¹) | SCC | 34 bA | 19 dA | 38 aA | 30 cA | 26 cB | 15 dA |
| | SPD | 26 cB | 19 dA | 39 aA | 31 bA | 32 bA | 17 dA |
| Relação C:N | SCC | 22 bA | 39 aA | 13 dA | 24 bA | 15 cA | 37 aA |
| | SPD | 23 bA | 36 aA | 10 dA | 16 bA | 13 cA | 39 aA |
| MSPA (Kg ha ⁻¹) | SCC | 2510 cB | 6009 aB | 3800 bA | 3870 bA | 1490 cB | 5721 aA |
| | SPD | 5159 cA | 8522 aA | 3582 cA | 5011 cA | 4485 cA | 6989 bA |
| Potássio (Kg ha ⁻¹) | SCC | 87 bB | 116 aB | 146 aA | 118 aB | 40 cB | 89 bA |
| | SPD | 139 aA | 163 aA | 143 aA | 157 aA | 145 aA | 119 aA |

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scot-Knott à 5% de probabilidade.

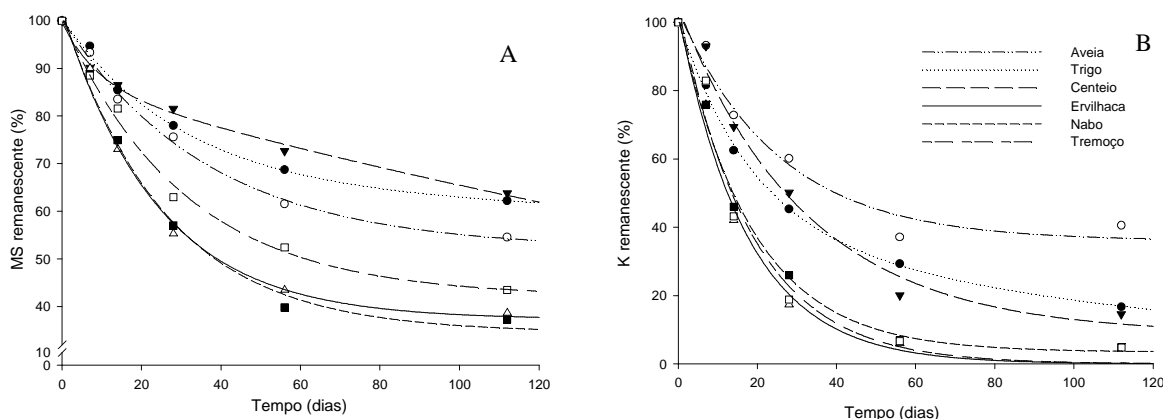


Figura 1 - Curvas de mineralização dos resíduos (A) e de liberação de K dos resíduos (B) de plantas anuais de inverno cultivadas sob sistema plantio direto. Pato Branco, PR, 2011.