

Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crambe e nabo forrageiro

Decomposition and nutrient release of crambe and fodder radish residues

Rafael Heinz^{1*} Marcos Vinícios Garbiati¹ Antonio Luiz Viegas Neto¹
Leandro Henrique de Sousa Mota¹ Allan Michel Pereira Correia¹
Antonio Carlos Tadeu Vitorino¹

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais do nabo forrageiro e do crambe na implantação do sistema de plantio direto. O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho Distroférico, com 762g kg⁻¹ de argila. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram aplicados no esquema de parcelas subdivididas, sendo as espécies de cobertura do solo (nabo forrageiro e crambe) alocadas nas parcelas e as épocas de coleta das bolsas de decomposição (0, 15, 30, 45, 60, 75 dias após o manejo) nas subparcelas. As culturas foram manejadas 60 dias após a emergência, em florescimento pleno. O nabo forrageiro produziu 5.586kg ha⁻¹ de massa seca (MS) e o crambe atingiu 2.688kg ha⁻¹ de MS. A liberação de nutrientes acompanhou a cinética de decomposição da palhada, apresentando uma fase inicial rápida seguida de outra mais lenta. O K, o P e o Mg são os nutrientes liberados mais rapidamente para a cultura subsequente. A maior taxa de liberação de macronutrientes pelas culturas ocorreu ao redor de 15 dias após o manejo da fitomassa.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*, *Crambe abyssinica*, ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the decomposition and nutrient release from crop residues of fodder radish and crambe in the implementation of no-tillage system. The experiment was conducted in a Distroferric Red Latosol with 762g kg⁻¹ of clay. The experimental design was randomized blocks with four replications. The treatments were applied in split plots, considering the species of cover crops (radish and crambe) as the main plots and harvest dates of decomposition bags (0, 15, 30, 45, 60, 75 days after management) as subplots.

The cover crops were treated 60 days after management, in full bloom. Radish presented a dry mass production of 5586kg ha⁻¹ and crambe of 2688kg ha⁻¹. The kinetics of residue decomposition had a behavior similar to the dynamics of nutrient release, with an initial rapid phase followed by a slower one. The K, P and Mg are released more quickly for subsequent crops. The increased speed of nutrients release by crops occurred around 15 days after the biomass management.

Key words: *Raphanus sativus*, *Crambe abyssinica*, nutrient cycling.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) se caracteriza por manter os resíduos culturais na superfície do solo e constitui importante técnica para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente (TORRES et al., 2005; TORRES et al., 2008). No entanto, a eficácia do sistema está relacionada, dentre outros fatores, com a presença e manutenção da palha, sendo de fundamental importância a produção de resíduos vegetais com decomposição mais lenta, que mantenham o solo protegido por maior período de tempo (CERETTA et al., 2002).

A persistência da cobertura vegetal sobre o solo depende da taxa de decomposição, que varia em função da espécie e sua composição química, de fatores climáticos, da forma de manejo da cobertura, da biomassa inicial e da idade do vegetal na época do

¹Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 79804-970, Dourados, MS, Brasil. E-mail: heinz_rafael@yahoo.com.br. *Autor para correspondência.

manejo (ARAÚJO & RODRIGUES, 2000). Já a liberação de nutrientes dos resíduos culturais durante o processo de decomposição depende da localização e da forma em que esse nutriente se encontra no tecido vegetal (GIACOMINI et al., 2003).

Entre as espécies utilizadas em cultivos de inverno para rotação de culturas no SPD, tem sido utilizado o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg), que é uma espécie que se desenvolve bem em solos pobres e apresenta resistência a geadas (SANTOS et al., 2002). Além dessa espécie, tem sido introduzido no sistema de rotação o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) que é uma planta nativa do Mediterrâneo e cultivada em algumas regiões tropicais e subtropicais com finalidade de extração de óleo (CARNEIRO et al., 2009). Por ser uma cultura de inverno, a planta tem despertado interesse, como sendo mais uma alternativa para a safrinha e rotação de culturas (PANNO & PRIOR, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais do nabo forrageiro e do crambe, na implantação do sistema de plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano de 2008, na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados, MS, localizada na latitude 22°11'55"S, longitude 54°56'07"W e 452 metros de altitude. O clima da região é classificado como do tipo Cwa (Köppen), apresentando precipitação média acumulada de 1427mm (FIETZ & FISCH, 2006).

O experimento foi implantado em Latossolo Vermelho Distroférrico, apresentando as seguintes características granulométricas e químicas da camada de 0-20cm de profundidade: 762g kg⁻¹ de argila; 165g kg⁻¹ de silte e 73g kg⁻¹ de areia; 33,6g kg⁻¹ de matéria orgânica; 5,0 de pH (CaCl₂); 5mg dm⁻³ de fósforo; 4,9mmol_c dm⁻³ de potássio; 1,2mmol_c dm⁻³ de alumínio; 42mmol_c dm⁻³ de cálcio; 19mmol_c dm⁻³ de magnésio; 50mmol_c dm⁻³ de H+Al; 65,9mmol_c dm⁻³ de soma de bases; 115,9mmol_c dm⁻³ de capacidade de troca de cátions; 56% de saturação por bases.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram aplicados no esquema de parcelas subdivididas, sendo as espécies de cobertura do solo (nabo forrageiro e crambe) alocadas nas parcelas e as épocas de coleta das bolsas de decomposição (0, 15, 30, 45, 60, 75 dias após o manejo) nas subparcelas. As subparcelas apresentavam 6m de comprimento por 4m de largura e área útil de 15m².

Antes da implantação do sistema de plantio direto, foi realizado o preparo do solo, visando a corrigir impedimentos físicos, efetuando-se uma gradagem pesada e duas passadas de grade niveladora. A semeadura do nabo forrageiro, cultivar 'CATIAL 1000', e do crambe, cultivar 'FMS Brilhante', foi realizada manualmente, com espaçamento de 0,20m entre linha e 20 plantas por metro na linha, após o desbaste, para ambas as espécies. Não foram realizadas adubações de semeadura nem de cobertura. O manejo da fitomassa do nabo forrageiro e do crambe foi realizado 60 dias após a emergência, quando as plantas encontravam-se em pleno florescimento. Para esse procedimento, foi utilizado um triturador modelo Triton[®].

Para avaliação da produção de biomassa e acúmulo de nutrientes, no dia do manejo, foram amostradas as plantas em quatro quadros com 0,25m² de área interna. As plantas foram ceifadas rente ao solo, separadas em caules e folhas, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C até atingirem massa constante.

Para avaliar a decomposição e a liberação de nutrientes da palhada, foi empregado o método das bolsas de decomposição (AITA & GIACOMINI, 2003). O material vegetal coletado no dia do manejo foi picado e colocado em sacolas de decomposição, com dimensões de 10x15cm e malha de 2mm, confeccionadas de nylon, que foram distribuídas aleatoriamente nas parcelas, em contato com o solo. A amostra colocada nas bolsas de decomposição seguia a proporção de caule e folhas determinada previamente.

Nas épocas de coleta das bolsas de decomposição, elas passaram por uma pré-limpeza, para retirada de solo aderido. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até atingirem massa constante, sendo posteriormente moídas em moinho tipo Willey e submetidas à análise química para determinação de macronutrientes, conforme descrito por MALAVOLTA et al. (1997). A quantidade de macronutrientes acumulada na palhada foi determinada pelo produto da quantidade de matéria seca e os teores de nutrientes do resíduo vegetal. De posse desses valores, calculou-se a liberação de nutrientes para o solo.

Os dados foram submetidos a análises de variância e de regressão polinomial. Para o cálculo das taxas de liberação diárias dos nutrientes após o manejo da fitomassa, aplicou-se a derivada primeira às equações ajustadas aos dados de liberação acumulada de macronutrientes (ROSOLEM et al., 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos à temperatura média e à precipitação acumulada nos intervalos entre as coletas durante o período de condução do experimento são apresentados na figura 1.

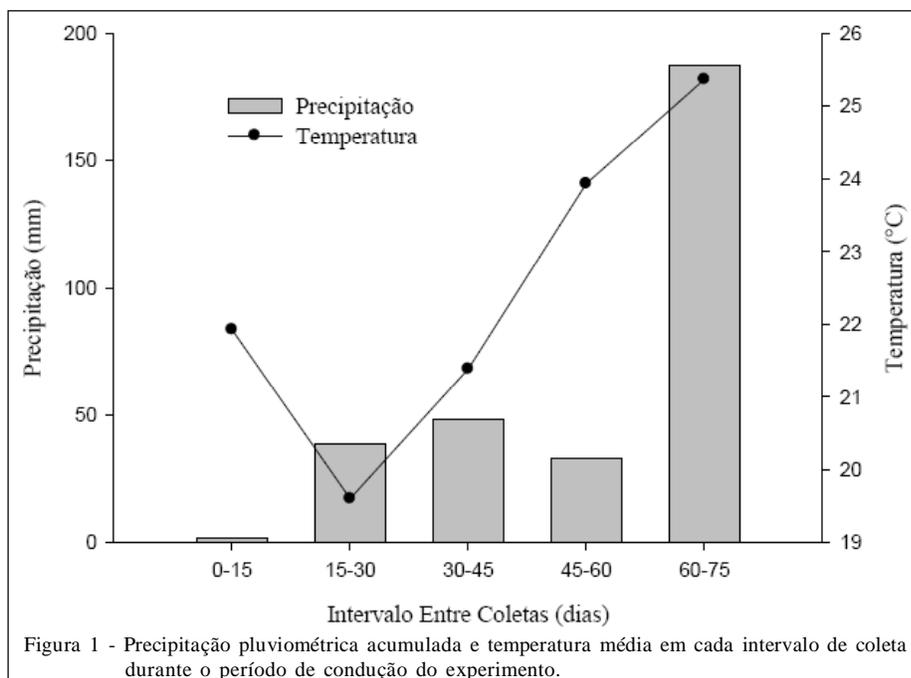
A produção de massa seca da parte aérea foi de 5.586kg ha⁻¹ e 2.688kg ha⁻¹ para o nabo forrageiro e o crambe, respectivamente, observando uma produção de biomassa 52% maior do nabo forrageiro em relação ao crambe no dia do manejo (Figura 2). Os valores obtidos para o nabo forrageiro foram próximos aos encontrados por LIMA et al. (2007), que obtiveram produção de 5480,5kg ha⁻¹ no estado de São Paulo. Para o crambe, a produção de matéria seca foi superior à observada por PITOL et al. (2010), que encontraram um valor de 1.742kg ha⁻¹. A diferença na produção de matéria seca observada entre esses trabalhos pode ser atribuída às condições climáticas, de solo, às cultivares utilizadas ou ao estágio em que as plantas foram manejadas.

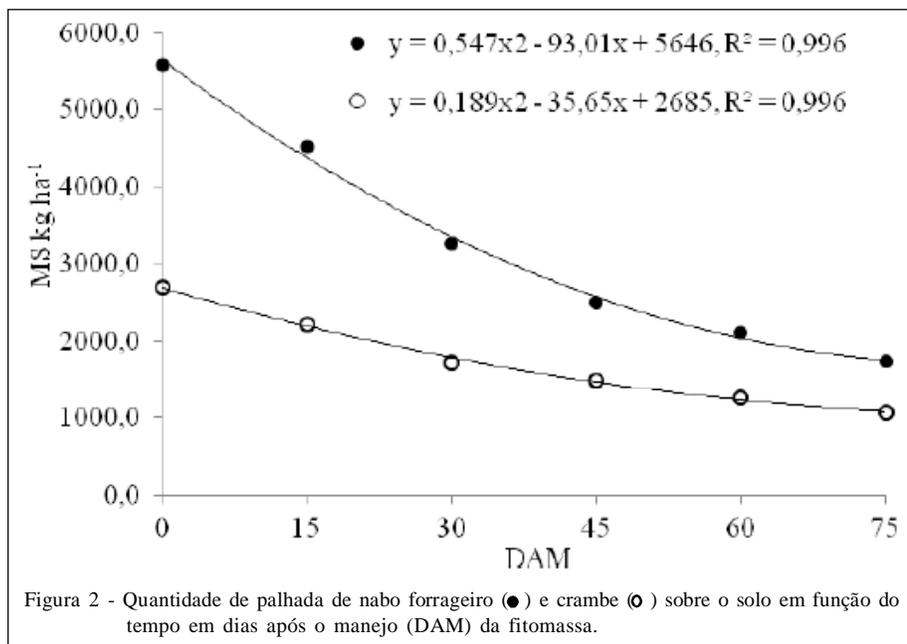
O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados de decomposição da palhada, nos quais, aos 75 dias após o manejo (DAM), da quantidade inicial de fitomassa, restavam apenas 31% da palhada de nabo forrageiro e 39% da palhada de crambe. Essa diferença na taxa de decomposição dos resíduos pode estar relacionada com a composição química do material vegetal utilizado. SANTOS et al. (2009) relata que quanto maior a relação C/N, teor de celulose, hemicelulose, lignina e polifenóis mais lenta é a decomposição da fitomassa.

A cinética de liberação de nutrientes dos resíduos culturais foi semelhante à dinâmica de decomposição da fitomassa, apresentando uma fase inicial rápida seguida de outra mais lenta (Figura 3). Ao comparar os teores iniciais dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) nos resíduos culturais do nabo forrageiro com os valores dos resíduos de crambe, observa-se que o nabo apresentou maior acúmulo de nutrientes em relação ao crambe (Figura 3). Tal fato pode ser atribuído à elevada capacidade de ciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, tornando o nabo uma importante espécie para fazer parte de esquemas de rotação de culturas (OHLAND et al., 2005). A importância do nabo forrageiro na ciclagem de nutrientes também foi constatada em trabalho realizado por HERNANI et al. (1995)

O N foi rapidamente liberado dos resíduos culturais de nabo forrageiro (Figura 2), apresentando liberação de cerca de 30% do N total já aos 15DAM, passando a atingir 60% do N total aos 30DAM. CRUSCIOL et al. (2005), avaliando a decomposição e a liberação de macronutrientes dos resíduos de nabo forrageiro, também verificaram elevada taxa de liberação do N nos primeiros dias após o manejo da fitomassa, chegando a liberar 65% do total de N aos 35DAM.

Para o crambe, a liberação do N ocorreu de forma mais lenta, apresentando aos 30DAM liberação de 49,4% do N total. Essa diferença na liberação de N pode estar relacionada a uma maior relação C/N desse material, quando comparado ao nabo forrageiro. CERETTA et al. (2002) relatam que, sob condição em





que ocorre acúmulo de resíduo com relação C/N alta, tenderá a reduzir a disponibilidade de N.

Nas duas espécies, o K foi o nutriente mais rapidamente mineralizado, sendo o único nutriente que apresentou teor próximo de zero na última avaliação. De acordo com ROSOLEM et al. (2003), essa rápida taxa de liberação do K pelos resíduos vegetais deve-se ao fato de que o cátion K⁺ não é metabolizado na planta, formando ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade.

O nabo forrageiro apresentou acúmulo inicial de K na palhada da ordem de 235kg ha⁻¹, porém, aos 45DAM, 95,5%, ou seja, 224kg ha⁻¹ de K, já haviam sido liberados. O crambe, mesmo tendo apresentado menor acúmulo desse nutriente em seus resíduos (87,0kg ha⁻¹), também proporcionou rápida taxa de liberação, sendo que, aos 45DAM, cerca de 93% do K do resíduo cultural havia sido liberado. Nesse sentido, BOER et al. (2007) destacam que o K representa o nutriente para o qual o prazo de implantação de culturas em sucessão deve ser minimizado, com vistas à diminuição de perdas, devido a sua rápida liberação.

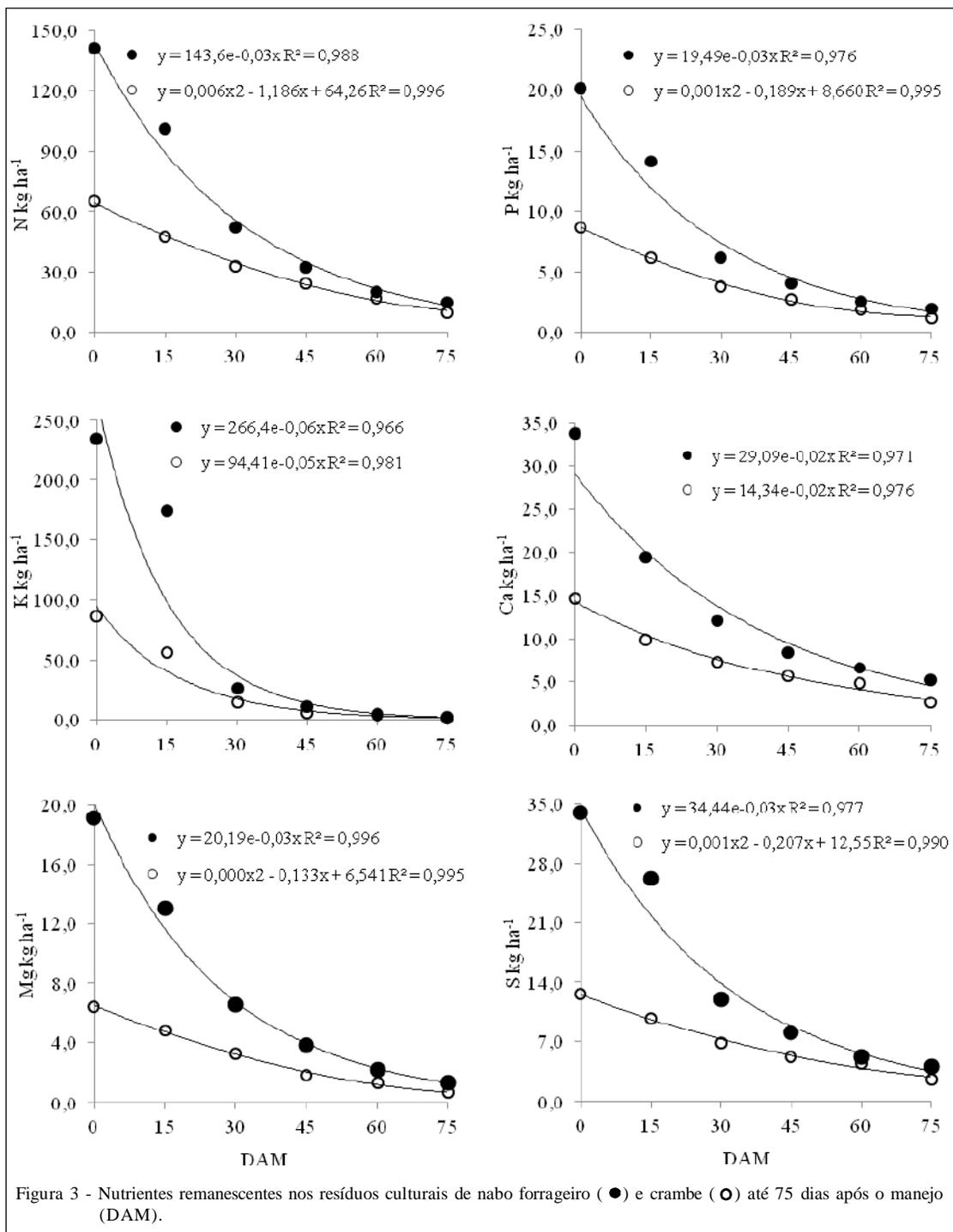
A cinética de liberação de P, Ca, Mg e S dos resíduos culturais diferiu entre as culturas, porém seguiu a mesma tendência observada para o N e o K. O nabo forrageiro apresentou acúmulo de 20,1kg ha⁻¹ de P, 33,8kg ha⁻¹ de Ca, 19,1kg ha⁻¹ de Mg e 34,0kg ha⁻¹ de S e o crambe 8,7kg ha⁻¹ de P, 14,7kg ha⁻¹ de Ca, 6,5kg ha⁻¹ de Mg e 12,6kg ha⁻¹ de S. CRUSCIOL et al. (2005) observaram valores semelhantes de acúmulo desses

nutrientes nos resíduos de nabo, exceto para o S, cujo valor foi menor que o encontrado neste trabalho.

O P e o Mg foram os elementos que, depois do K, foram mais rapidamente disponibilizados pela fitomassa das duas culturas (Figura 3), sendo que aos 45DAM 79,6% e 68,7% do P total já haviam sido liberados pelo nabo forrageiro e pelo crambe respectivamente (Figura 3). Tal resultado provavelmente está ligado à alta concentração de P solúvel em água. Segundo BUCHANAN & KING (1993), a rápida liberação de P no início do período de decomposição está relacionada à perda de P solúvel em água.

Em relação ao Mg, do total acumulado pelas culturas, aos 45DAM, constatou-se liberação de 80% para o nabo forrageiro e 72% para o crambe (Figura 3). Segundo CRUSCIOL et al. (2008), parte do Mg é rapidamente liberada, pois não faz parte de constituintes celulares e o restante é liberado posteriormente de forma gradual, pois faz parte de compostos estruturais das plantas.

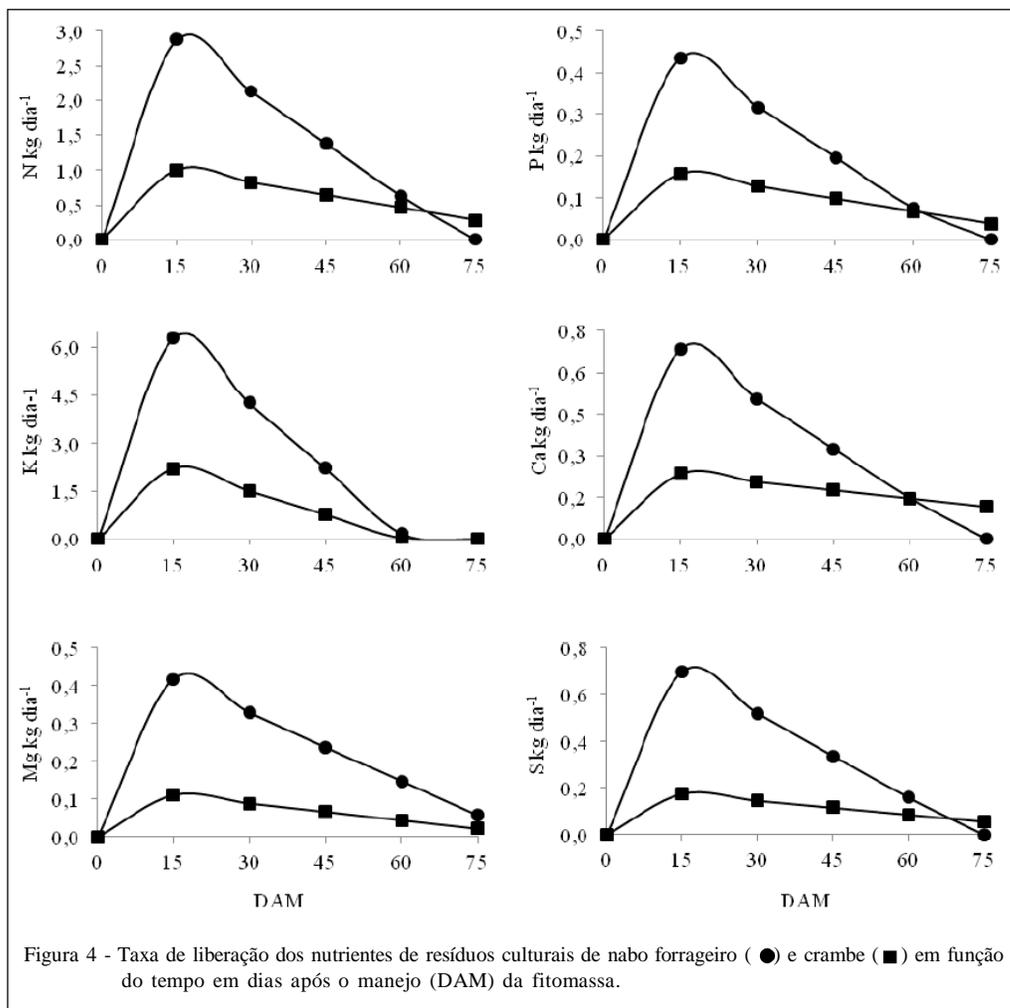
A maior taxa de liberação de todos os elementos ocorreu em torno dos 15DAM da fitomassa, indicando rápida liberação inicial dos macronutrientes nas duas culturas (Figura 4). Observa-se que o nabo forrageiro proporcionou rápida taxa de liberação desses macronutrientes até aproximadamente 15DAM, seguida de redução contínua, e posterior tendência à estabilização em valores próximos a zero. Já o crambe, apesar de ter atingido a máxima liberação em torno dos



15DAM, assim como o nabo, apresentou liberação de nutrientes mais lenta, uma vez que apenas o K atingiu valores próximos de zero na última avaliação aos 75DAM.

Devido à liberação dos nutrientes dos resíduos culturais do nabo forrageiro ocorrer de forma

acentuada no período inicial, é possível inferir que, para maximizar o aproveitamento desses nutrientes, a implantação da cultura subsequente deve ser realizada o mais breve possível após o manejo da cultura, concordando com CRUSCIOL et al. (2005). Por outro lado, apesar de o crambe também proporcionar liberação



acentuada dos nutrientes no período inicial após o manejo, a estabilização desta liberação, que ocorre após um período de tempo maior, pode proporcionar melhor aproveitamento desses elementos pela cultura seguinte.

CONCLUSÃO

O nabo forrageiro apresenta maior produção de massa seca em comparação ao crambe, porém, a palhada do crambe apresenta maior persistência. O K, P e Mg são os nutrientes liberados mais rapidamente para a cultura subsequente. A maior taxa de liberação de macronutrientes pelas culturas ocorre ao redor de 15 dias após o manejo da fitomassa.

REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo

solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.601-612, 2003.

ARAÚJO, A.G.; RODRIGUES, B.N. Manejo mecânico e químico da aveia-preta e sua influência sobre a taxa de decomposição e o controle de plantas daninhas em semeadura direta de milho. **Planta Daninha**, v.18, n.1, p.151-160, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582000000100015&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-83582000000100015.

BOER, C.A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000900008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-204X2007000900008.

BUCHANAN, M.; KING, L. Carbon and phosphorus losses from decomposing crop residues in no till and conventional till agroecosystems. **Agronomy Journal**, v.85, n.3, p.631-638, 1993.

- CARNEIRO, S.M.T.P.G. et al. Ocorrência de *Alternaria brassicicola* em crambe (*Crambe abyssinica*) no estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.2, p.154, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052009000200016&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-54052009000200016.
- CERETTA, A.C. et al. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Revista Ciência Rural**, v.32, n.1, p.49-54, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782002000100009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782002000100009.
- CRUSCIOL, C.A.C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.2, p.161-168, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2005000200009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-204X2005000200009.
- CRUSCIOL, C.A.C. et al. Taxa de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, v.67, n.2, p.481-489, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052008000200024&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0006-87052008000200024.
- FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O clima da região de Dourados, MS**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 32p.
- GIACOMINI, S.J. et al. 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. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003000900011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-204X2003000900011.
- HERNANI, L.C. et al. **Adubação verde de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA – CPAO, 1995. 93p. (EMBRAPA CPAO. Documentos, 4).
- LIMA, J.D. et al. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.1, p.60-63, 2007.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.
- OHLAND, R.A.A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.538-544, 2005.
- PANNO, G.; PRIOR, M. Avaliação de substratos para a germinação de crambe (*Crambe abyssinica*). **Cultivando o Saber**, v.2, n.2, p.151-157, 2009.
- PITOL, C. et al. Efeito do espaçamento e densidade de plantio sobre a produtividade do crambe cv. FMS Brillhante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2010, João Pessoa, PB. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p.1339-1344.
- ROSOLEM, C.A. et al. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.355-362, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000200015&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-06832003000200015.
- SANTOS, R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de duas espécies de adubos verdes manejados no período seco em cafezal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.1342-1345, 2009.
- SANTOS, H.P. et al. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 142p.
- TORRES, J.L.R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.609-618, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000400013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-06832005000400013.
- TORRES, J.L.R. et al. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.421-428, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2008000300018&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-204X2008000300018.