

## Decomposição dos resíduos e concentração de nutrientes em um sistema de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto

Elton Luiz Schaefer<sup>(2)</sup>; Rodrigo Pizzani<sup>(3)</sup>; Thomé Lovato<sup>(4)</sup>; Paulo Eugênio Schaefer<sup>(2)</sup>

<sup>(2)</sup> Acadêmicos do curso de Agronomia Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; eltonschaefer@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Pós Doutorando Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; <sup>(4)</sup> Professor adjunto do Dep. Solos da Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS.

**RESUMO:** objetivos avaliar a decomposição e a disponibilidade de nutrientes em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições, cujas áreas foram dimensionadas em 14 m x 15 m. A forragem foi composta de consórcio de aveia preta e azevém. Os tratamentos consistiram de quatro alturas de massa de forragem pós-pastejo, sendo eles: pastejo convencional (PC), com área de 500 m<sup>2</sup>, altura de massa de forragem de 0,10 m (M-10); 0,20 m (M-20) e 0,30 m (M-30). A massa de forragem remanescente foi coletada todo o material existente sobre o solo, delimitados por um quadrado de metal (0,25 m<sup>2</sup>). As coletas para determinação de fósforo e potássio foram coletadas e analisadas conforme metodologia específica. As maiores intensidades de pastejo interferem negativamente na decomposição dos resíduos vegetais, o que se repete na disponibilidade dos nutrientes fósforo e potássio nos períodos avaliados.

**Termos de indexação:** cobertura de solo, fósforo, potássio.

### INTRODUÇÃO

A obtenção de renda durante o ano todo e a manutenção de alto índice de produtividade são ideais almejadas pelos produtores agrícolas. No entanto, no Estado do Rio Grande do Sul (RS), o período de inverno vem se constituindo um obstáculo a ser superado pelos produtores, pois o cultivo de cereais dessa estação, de forma geral, vem perdendo espaço em razão do custo de produção, da falta de garantias de comercialização e dos riscos de adversidades climáticas que comprometem a produção (Flores et al., 2008).

Por essa razão, muitos produtores tem preferido deixar as áreas em pousio e/ou o cultivar com espécies hibernais como aveia-preta, azevém e ervilhaca, para manter o solo coberto, de modo a viabilizar o sistema plantio direto (SPD). Com o baixo retorno dos cereais e os riscos climáticos das culturas de verão, tem motivado os produtores a buscarem novas alternativas para o inverno, entre as quais se destaca a implantação de sistemas integrados, como a integração lavoura-pecuária (ILP), seja ela com pecuária de leite ou corte.

O animal, quando presente no sistema, modifica os fluxos entre os compartimentos pela ingestão de nutrientes, via consumo da forragem, sua digestão e posterior retorno ao sistema. E com isso, o solo pode ser considerado o compartimento centralizador do processo e aquele que captura o sentido das modificações do sistema (Carvalho et al., 2010; Anghinoni et al., 2010). Para Anghinoni et al. (2011) as pesquisas sobre a ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção agrícola no Brasil estão em franco progresso, porém são ainda incipientes e abordam o fluxo de nutrientes somente entre alguns dos compartimentos do sistema.

O conhecimento do tempo de permanência dos resíduos vegetais e a dinâmica de liberação dos nutrientes são de suma importância, uma vez que o sucesso do sistema integração lavoura-pecuária plantio direto (SILP-PD) depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de palhadas suficientes para manter o solo coberto durante o ciclo das culturas sucessoras.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar a taxa de decomposição e a disponibilidade de nutrientes em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido de abril de 2009 a novembro de 2012, no município de Mata, na região central do Estado do Rio Grande do Sul (Longitude: 54° 27' 29" Oeste e Latitude: 29° 34' 07" Sul, com altitude média de 103 m do nível do mar). Em abril de 2009, uma área de 0,7 ha foi utilizada para o experimento, em um sistema integrando à produção de grãos com a produção animal na mesma área.

O solo da área experimental é classificado como um Argissolo Vermelho Distrófico arênico (SiBCS, 2006), com relevo suavemente ondulado e textura arenosa (557 g kg<sup>-1</sup> de areia total). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa subtropical (Nimer, 1989). A temperatura média normal do mês mais quente ocorre em janeiro (24,6 °C), e a do mês mais frio, em junho (12,9 °C). As chuvas são distribuídas regularmente em todos os meses do ano, com precipitação pluvial anual oscilando entre 1,500 e 1,750 mm.

A pastagem foi semeada em abril dos anos agrícolas avaliados, sendo constituída por um

consórcio de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), na proporção de 70 kg ha<sup>-1</sup> e 25 kg ha<sup>-1</sup> de sementes viáveis respectivamente, sendo estas semeadas a lanço e incorporadas com ajuda de chuvas. As pastagens receberam somente adubação de cobertura, num total de 90 kg de N ha<sup>-1</sup>, na forma de ureia, dividida em três aplicações, ou seja, 30 kg de N ha<sup>-1</sup> no perfilhamento da aveia e restante dividido após cada pastejo.

Os pastejos foram realizados em torno dos 70, 100 e 130 dias após a emergência das plantas para as diferentes alturas de massa de forragem pós-pastejo durante os três ciclos de pastejo. O primeiro pastejo foi iniciado no momento em que as plantas apresentavam 0,40 m de altura média e os demais pastejos foram realizados em intervalos de 28 dias.

A área foi subdividida em quinze unidades experimentais. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições, cujas áreas foram dimensionadas em 14 m de largura por 15 m de comprimento. Os tratamentos consistiram de quatro alturas de massa de forragem pós-pastejo, sendo eles: pastejo convencional (PC), com área de 500 m<sup>2</sup>, em que não se tinha o controle de deslocamento e do número de animais e nem altura de massa de forragem durante o pastejo; altura de massa de forragem de 0,10 m (M-10); 0,20 m (M-20) e 0,30 m (M-30), Cada parcela recebeu três animais. Entre os blocos, três faixas dimensionadas em 7 m de largura por 15 m de comprimento, isoladas do pastejo, constituíram o tratamento testemunha (Sem Pastejo = SP).

Para a obtenção dos dados referentes à massa de forragem remanescente (MFR, Mg de MS ha<sup>-1</sup>), foi coletado todo o material existente sobre o solo, delimitados por um quadrado de metal (0,25 m<sup>2</sup>). A coleta foi feita manualmente, com auxílio de uma tesoura, retirando-se toda palhada superficial contida na referida área, totalizando três repetições por tratamento. A primeira coleta do material vegetal presente na superfície do solo foi realizada no dia da dessecação das pastagens = 0 dias após o manejo – DAM; aos 30 DAM; aos 60 DAM; aos 90 DAM e aos 120 DAM. A partir dos valores da constante de decomposição da MS, calculou-se o tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ), ou seja, o tempo necessário para que 50% da MS daquele compartimento seja decomposta. Para este cálculo, utilizou-se a fórmula a seguir, cuja dedução é apresentada em Paul & Clark (1996):  $t_{1/2} = 0,693 / k_a$ .

Durante o período de diferimento da pastagem, mais precisamente no mês de outubro de cada ano

agrícola, foram coletadas amostras de solo, dentro de cada parcela experimental, com auxílio de uma pá de corte, nas profundidades de 0,0 a 0,05; 0,05 a 0,10 e 0,10 a 0,15 m, para avaliação dos atributos químicos do solo, seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al, (1995). Foram determinados nas amostras de cada parcela, em três repetições por tratamento, os teores de fósforo extraível (Mehlich-1) e potássio trocável (Mehlich-1).

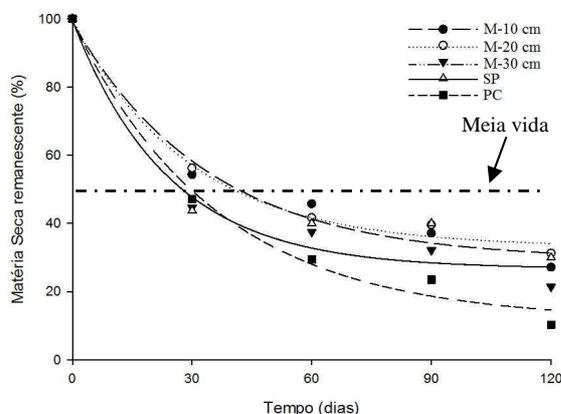
Os dados foram submetidos à análise da variância e, quando significativos, realizou-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o software estatístico GENES (Cruz, 2006) para realização das análises.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1** pode ser observado que a cinética do processo de decomposição da massa seca remanescente apresentou um padrão semelhante, com uma fase inicial rápida seguida de outra mais lenta, com maior expressão nas áreas que não receberam pastejo, e sucessivamente das que ficaram com maior massa de forragem pós-pastejo.

Para Pegado et al. (2008), esse comportamento de decomposição intensa na fase inicial é justificada pela ação dos microorganismos em degradar os constituintes menos resistentes da matéria seca, como a celulose, favorecendo oxidações química e bioquímica, conseqüentemente havendo uma redução significativa da palhada em superfície. Na **Figura 1** pode ser observado que aos 30 dias, 56,3% da massa de forragem remanescente do SP já tinha sido decomposta, seguido o tratamento M-30 em 55,4%, PC 52,9%, M-20 43,8% e com menor decomposição na área M-10, com 45,7%. De forma similar, 30 dias após a deposição da massa seca sobre o solo, Bortolini et al. (2000) verificaram 52,5% de resíduo remanescente de aveia preta sobre o solo, o que está próximo dos resultados encontrados no trabalho.

Na **Tabela 1** são encontrados os valores de fósforo (P) e potássio (K) disponíveis nas áreas avaliadas. Pode se observar que os valores médios de P para 2010 foram maiores na camada superficial, decrescendo em profundidade (60,04; 33,06; 11,18 Mg dm<sup>-3</sup>). Essa concentração maior na superfície do solo está relacionada ao não revolvimento e a baixa mobilidade do elemento no solo. Os resultados do elemento P no ano de 2011 apresentaram decréscimo em relação aos encontrados em 2010. Isso pode estar correlacionado com a exportação via pastejo, silagem e milho grão que retirados da área como cultura de verão.



**Figura 1** - Matéria seca remanescente (MSR) das plantas forrageiras hibernais, em avaliações realizadas no campo até 120 dias após a semeadura da cultura do milho no ano de 2010.

A perda média do P do ano de 2010 para 2011 foi de 37,57% na primeira camada avaliada. Ressalte-se que as áreas da pastagem não receberam adubação, o que reforça ainda mais a ideia de reposição de adubação nas pastagens. No ano de 2012, os teores de P, tiveram aumento nas camadas avaliadas, comparado ao ano de 2011.

Os teores de K disponível no solo foram originalmente altos exceto no tratamento M-30 pra o ano 2010, e mantiveram-se entre baixo e médio no ano de 2011, exceto o tratamento SP que foi interpretado como alto e no ano de 2012, foram classificados como muito alto exceto o tratamento PC que ficou como alto (**Tabela 1**), conforme CQFS-RS/SC (2004). Constatou-se que, enquanto no tratamento sem pastejo (SP) houve aumento na média dos dois primeiros anos avaliados, nos demais, os valores dos teores médios de K disponível no solo foram menores (**Tabela 1**). A redução na média dos teores de K nas áreas pastejadas foi mais acentuada ( $37,9 \text{ mg dm}^{-3}$  de K) no tratamento de maior intensidade de pastejo (PC). Esse fato deveu-se, possivelmente, ao manejo mais agressivo do sistema no tratamento PC, o que pode ter causado perdas do elemento. No ano de 2012, esse mesmo tratamento ficou com a concentração mais baixa comparado com os demais tratamentos avaliados.

## CONCLUSÕES

As taxas de decomposição foram afetadas pelas altas intensidades de pastejo.

Os tratamentos sem pastejo apresentaram maiores taxas de decomposição, possivelmente pelas condições ideais para os microorganismos do solo.

A disponibilidade de P e K são afetados negativamente em pastejos intensos.

## REFERÊNCIAS

ANGHINONI, I. Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. Fertilidade do solo em plantio direto. Ponta Grossa: AEAGPG, 2011, p, 1-3.

ANGHINONI, I. et al. Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária. In: III Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, synergismus scyentifica UTFPR. Pato Branco, n. 06, 2011.

CARVALHO, P.C.F., ANGHINONI, I., MORAES, A. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 88:259-273, 2010.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 394 p., 2004.

CRUZ, C.D. Programa GENES: análise e processamento de dados baseado em modelos biométricos e em estatística experimental. Viçosa: UFV, 2006. 1 CD-ROM.

EMBRAPA, C.N.P.S. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção da Informação; 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FLORES, J. P. C. et al. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 32:2385-2396, 2008.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2ª edição, 1989. 422p.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. Soil microbiology and biochemistry. 2.ed. Califórnia, Academic Press, 1996. 340p.

PEGADO, C. M. A.; BARBOSA, L. J. N.; MENDES, J. E. M. F.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região do Brejo da Paraíba, Brasil. Revista Caatinga, v. 21, p. 218-223, 2008.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S. J. & BOHMEN, H. Análises de solos, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.

**Tabela 1** - Teores de fósforo (P) e potássio (K) disponível nas camadas do solo de 0-5, 5-10 e 10-15 cm em função de diferentes massas de forragem pós-pastejo, nos anos agrícolas de 2010, 2011 e 2012.

Massa de forragem pós pastejo	P disponível			K disponível		
	Camada, m					
	0,0-0,05	0,05-0,10	0,10 a 0,15	0,0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15
<b>mg dm<sup>-3</sup></b>						
<b>2010</b>						
M-10 <sup>#</sup>	76,3a*	32,7b	14,3ab	62,9bc	38,3c	35,8b
M-20	77,0a	37,6ab	16,5a	66,9b	39,2c	34,2bc
M-30	43,0c	40,6a	7,7c	58,1c	53,9a	30,9c
SP	57,9b	33,3b	10,2bc	70,7b	45,1b	35,5b
PC	46,0c	21,1c	7,2c	83,9a	49,6ab	47,5a
Média	60,0	33,1	11,2	68,5	45,2	36,8
CV%	4,35	5,58	13,07	4,31	4,02	3,79
<b>2011</b>						
M-10	37,9b	35,5a	18,6a	43,7c	24,3b	28,3
M-20	50,9a	22,5ab	4,3b	51,0b	37,3a	47,0
M-30	39,3b	14,3b	3,3b	40,3c	22,0b	22,7
SP	35,1b	15,8b	5,7b	80,3a	39,3a	42,0
PC	24,2c	13,1b	4,0b	46,0bc	43,3a	48,0
Média	37,5	20,2	7,2	52,3	33,2	37,6
CV%	8,65	22,94	14,20	4,68	8,43	42,79
<b>2012</b>						
M-10	104,8b	58,8a	9,7b	124,0a	74,0b	48,0bc
M-20	28,0c	22,1b	7,1b	125,3a	83,3b	86,6a
M-30	156,0a	52,3a	14,7a	127,6a	77,3b	52,0b
SP	43,4c	26,6b	11,2ab	121,0a	101,0a	83,3a
PC	24,8c	14,4b	7,7b	100,6b	56,6c	36,6c
Média	71,5	34,9	10,1	119,7	78,5	61,2
CV%	21,01	16,55	15,38	4,72	5,93	6,90

<sup>#</sup>M-10 = altura de massa de forragem pós-pastejo de 10 cm; M-20 = altura de massa de forragem pós-pastejo de 20 cm; M-30 = altura de massa de forragem pós-pastejo de 30 cm; SP = sem pastejo; PC= pastejo convencional. \*Letras minúsculas diferentes, nas colunas, indicam diferença significativa para cada camada em cada sistema de manejo. Usou-se o teste de Tukey 5%, CV%: Coeficiente de Variação.