



Liberação de nitrogênio de resíduos de plantas e animais em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto de longa duração⁽¹⁾

Joice Mari Assmann⁽²⁾; Ibanor Anghinoni⁽³⁾; Amanda Posselt Martins⁽⁴⁾; Sérgio Ely Valadão Gigante de Andrade Costa⁽⁴⁾; Gabriela de Holanda Nichel⁽⁵⁾; Rodrigo André Pereira e Silva⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho de tese executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Difusão de Tecnologia do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR); Rodovia BR 158, 5517, SR Bairro Bom Retiro - Cx. Postal: 510 – CEP: 85501-970, Pato Branco – PR – Brasil. E-mail: joiceassmann@iapar.br. ⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); ⁽⁴⁾ Mestranda e doutorando do Programa de Pós Graduação (PPG) em Ciência do Solo, UFRGS. ⁽⁵⁾ Graduando (a) em Agronomia – UFRGS.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes intensidades de pastejo nas taxas de liberação de nitrogênio (N) dos resíduos de pastagem, esterco e soja em um sistema de integração soja-bovinos de corte em plantio direto. O experimento foi iniciado em 2001, em um Latossolo Vermelho distrófico, após a colheita da soja. Os tratamentos constam de alturas de manejo do pasto (aveia-preta + azevém): 10, 20, 30 e 40 cm, com bovinos de corte, e de áreas sem pastejo (SP) como referência, seguido do cultivo de soja, em delineamento de blocos ao acaso com três repetições. A taxa de decomposição e a liberação do N foram determinadas por meio de alocação de sacos de decomposição (litter bags), contendo resíduos da pastagem e esterco distribuídos na área experimental no dia da semeadura da soja e os resíduos de soja (folha e caule) distribuídos no dia da semeadura da pastagem. Os sacos de decomposição foram coletados ao longo dos ciclos para determinação de matéria seca remanescente e dos teores de N. Constatou-se uma menor meia vida nas intensidades de pastejo intermediárias (20 e 30 cm), tanto nos resíduos da pastagem quanto do esterco. Nos resíduos da soja não houve diferença entre as intensidades de pastejo na meia vida do N, porém, as folhas de soja apresentaram uma menor meia vida em relação aos caules.

Termos de indexação: esterco, pastagem, soja.

INTRODUÇÃO

Em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) com plantio direto de longa duração (consolidado), a oferta de nutrientes pode se tornar contínua, uma vez que existem fontes de diferente composição em decomposição (palhadas - cultura de verão e pastagem de inverno e dejetos - esterco e urina), liberando nutrientes de forma diferente entre as fontes. Entretanto, pouco se sabe a respeito da dinâmica de liberação de nutrientes pelos resíduos oriundos dos sistemas integrados de produção agrícola e pecuária e de como isso pode

influenciar na decisão do manejo da adubação a ser adotado para o sistema de ILP. Daí a importância de conhecer a contribuição do processo de ciclagem na liberação de nutrientes em sistema consolidado de plantio direto e a influência do pastejo neste processo o que, aliado à análise do solo, vai permitir elaborar uma adubação mais compatível com a real demanda das plantas.

O objetivo deste trabalho foi de determinar a influência de diferentes intensidades de pastejo na liberação de nitrogênio dos resíduos da pastagem, esterco e soja em um sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto de longa duração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento faz parte de um projeto de parceria entre os Departamentos de Solos e de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a Cabanha Cerro Coroado. O trabalho vem sendo conduzido desde maio de 2001, em área localizada na Fazenda do Espinilho, na região fisiográfica do Planalto Médio - RS. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, profundo, bem drenado, com coloração vermelho-escura e textura argilosa (540 g kg⁻¹ de argila, 270 g kg⁻¹ de silte e 190 g kg⁻¹ de areia) na camada de 0-20 cm, cultivado em plantio direto por sete anos antes da instalação do experimento.

O pastejo iniciou no outono de 2000, sendo semeada uma mistura de aveia (*Avena strigosa* Schreb)+azevém (*Lolium multiflorum* L.) e posteriormente implantada a cultura da soja (*Glycine max*). No outono de 2001, após a colheita da soja, foi iniciado o experimento, com estabelecimento da pastagem de aveia preta+azevém. A área total do experimento é de aproximadamente 22 hectares. Os tratamentos constam de diferentes alturas de manejo do pasto 10, 20, 30 e 40 cm e um tratamento sem pastejo (SP), distribuídas num delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. As alturas de manejo do pasto são obtidas variando-se a carga animal de acordo as

alturas obtidas (medidas): retirando-se animais das parcelas quando a altura real está menor que a pretendida e vice-versa.

Durante os anos de avaliação do experimento de 2009 a 2011 foram coletadas amostras de esterco bovino e, ao final do pastejo, a matéria seca residual (MSR) da pastagem e ao final do ciclo da soja MSR. A MSR foi obtida após a saída dos animais pelo corte da parte aérea, rente ao solo, em cinco áreas representativas de 0,25 m² por parcela. Após secagem a 50°C até peso constante, foi determinado o peso da matéria seca. Para avaliar a produção total de MS de esterco em cada tratamento o esterco foi analisado em duas épocas, final de agosto e de outubro de cada ano, onde foram coletadas aleatoriamente dez placas de esterco, defecadas no dia por parcela e determinado o peso seco de cada placa. Após, obter o peso médio de MS de cada placa e com dados obtidos por Silva (2012) que avaliou a quantidade total de fezes, calculou-se a produção total de MS de esterco por tratamento. Na cultura da soja, foram coletadas, nos anos de 2010 e 2011, folhas e plantas (caules e vagens remanescentes) em pleno florescimento em dez locais de um metro linear por parcela e secas em estufa 50°C e determinado MS. Na época da colheita foram coletados novamente em 10 locais aleatoriamente de um metro linear para determinar a produção de caule e vagens remanescentes. Os materiais de pastagem, esterco, folha e plantas de soja, posteriormente, 20 g de cada amostra foram alocados em sacos de tela de nylon com malha de 2 mm (litter bags), medindo 20 x 20 cm.

Os sacos de tela contendo resíduos da pastagem e do esterco foram distribuídos na área do experimento no dia da semeadura da soja nas duas safras (17/12/2009 e 27/11/2010) e sacos de decomposição contendo folhas e caules de soja foram distribuídos de forma separada na área do experimento no dia da semeadura da pastagem (30/04/2010 e 19/04/2011). Os sacos de decomposição da pastagem e do esterco foram coletados (média dos dois ciclos) aos 16, 31, 50, 63, 96, 126, 162, 193, 219 e 253 dias, os das folhas e caules de soja aos 23, 37, 53, 73, 105, 134, 162, 190, 222 e 258 dias após a alocação na área. Após cada amostragem, os mesmos foram secos, pesados e retirado o solo aderido, para posterior determinação da quantidade do material (MS) remanescente.

Para a determinação do N remanescente nos resíduos, o material foi moído em moinho de faca tipo Willey (<40 mesh) e, determinado os teores de

N no analisador elementar TruSpec-CHN.

As taxas de decomposição da matéria seca (MS) e de liberação de N dos resíduos foram estimadas ajustando-se modelos de regressão não lineares aos valores observados, conforme proposto por Wieder & Lang (1982).

A escolha do tipo de modelo de cada tratamento foi feita com base nos valores dos coeficientes de determinação (R²), os quais indicam o grau de associação entre o modelo ajustado e os valores observados. A partir dos valores da constante de liberação do K de cada compartimento, calculou-se o tempo de meia vida (t^{1/2}), ou seja, o tempo necessário para 50% do N daquele compartimento seja liberado. Para este cálculo utilizou-se a fórmula de Paul & Clark (1996).

Os resultados referentes às variáveis do modelo ajustado (compartimento A, taxas de liberação de N e t^{1/2}) foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de liberação de N nos resíduos de pastagem e esterco não apresentaram diferença entre os anos de avaliação (p>0,05), apenas diferindo (p<0,05) entre alturas de pastejo (**Tabela 1**). Nos resíduos da pastagem, o modelo que mais se ajustou para taxa de liberação de N foi o exponencial simples (**Tabela 1**). As intensidades de pastejo moderadas a leves apresentaram uma maior taxa de liberação de N com meia vida de 39, 53 e 55 dias para as intensidades de 20, 30 e 40 cm, respectivamente. Já, as intensidades de pastejo de 10 cm e a área SP apresentaram maior quantidade de N no compartimento facilmente decomponível (A = 70%), porém, apresentaram um tempo de meia vida mais elevado, de 138 e 82 dias, respectivamente. Semmartin et al. (2008), também verificaram que o pastejo acelerou a decomposição e a liberação de N em pastagem de *Lolium multiflorum* e *Paspalum dilatatum*.

A taxa de liberação de N do esterco bovino foi maior que a dos resíduos de pastagem, e o modelo que mais se adequou para a taxa de liberação de N do esterco foi o modelo exponencial duplo (**Tabela 1**), ou seja, os dois compartimentos diminuem exponencialmente a taxas constantes (ka e kb), sendo que a primeira fração (A) é transformada a taxas mais elevadas do que a segunda (100 - A), que é de mais difícil decomposição (recalcitrante). A taxa de liberação de N do compartimento lábil do esterco bovino foi maior na intensidade de 20 cm, seguido pelas alturas de manejo de 30, 40 e 10 cm, apresentando uma meia vida de 7, 11, 20 e 77 dias, respectivamente. Contudo, pode-se observar na

Tabela 1 que o tratamento 10 cm apresenta uma maior disponibilidade de N no compartimento facilmente decomponível ($A = 61\%$). Este fato deve-se, possivelmente pelos animais estarem consumindo maiores quantidades de folhas novas, que tem maior qualidade (digestibilidade) e menor relação C/N. O compartimento recalcitrante do esterco apresentou uma meia vida menor na intensidade de 20 cm, seguida pelas alturas de pastejo 40, 30 e 10 cm. Considerando, os dois compartimentos de rápida e de difícil decomposição a maior taxa de liberação de N foi na intensidade de pastejo de 20 cm, seguida pela de 30, 40 e 10 cm.

A taxa de liberação de N dos resíduos vegetais da soja (folha e caule) não foram influenciadas pelas intensidades de pastejo e nem pelos anos de avaliação (**Tabela 1**). A taxa de liberação de N dos resíduos culturais da soja foi rápida, apresentando uma meia vida de em média 68 e 126 dias para folha e caule, respectivamente. A rápida liberação do N, principalmente das folhas da soja é atribuída à remoção da fração solúvel em água pela chuva, e à facilidade de decomposição microbiana dessa fração, de baixa relação C/N, mesmo quando os resíduos culturais permanecem na superfície do solo (Padovan et al., 2006). A rápida diminuição na fase inicial das quantidades de N foi observada em quatro leguminosas por Thønnissen et al. (2000) que verificaram que o pico de liberação de N dos resíduos de soja foram aos 56 dias após a incubação. Contudo, pode-se observar que os resíduos de caule da soja apresentaram uma maior meia vida em relação aos resíduos de folha, pelo fato do caule apresentar um maior teor de lignina (11%) em relação às folhas (8%). A porcentagem de lignina, nos tecidos das plantas, desfavorece o processo de decomposição dos resíduos vegetais e a liberação dos nutrientes, principalmente o N (Palm & Sanchez, 1991).

Segundo Soussana & Lemaire (2012) na ciclagem do N este está diretamente ligado ao ciclo de C, desde o crescimento da planta bem como na decomposição desta, e manejo da pastagem afeta fortemente esses ciclos por influenciar a dinâmica e a capacidade dos microorganismos em capturar e reciclar o N. Já, em sistemas de ILP essa ciclagem é modificada, pelo efeito da desacoplagem do C e N. Essa desacoplagem é realizada pelos animais que consomem a forragem e acumulam em seu organismo uma pequena proporção de C e N, e o restante retornado para a pastagem, porém esses elementos voltam de forma separada. O carbono retorna na sua maioria via esterco, já o nitrogênio de 70 a 80% retorna via urina, ou seja, quanto mais intenso é o pastejo mais desacoplado esses nutrientes, afetando a ciclagem do sistema.

CONCLUSÕES

A taxa de liberação (meia vida) do nitrogênio dos resíduos vegetais da pastagem e do esterco bovino é maior no início do período de decomposição, sendo mais rápida para os resíduos da pastagem.

O pastejo altera as características químicas e estruturais da fitomassa aérea da pastagem e nos resíduos de esterco, acelerando a dinâmica de liberação nitrogênio em intensidades de pastejo moderadas (20 e 30 cm).

A taxa de liberação (meia vida) do nitrogênio dos resíduos de soja não foi influenciada pelo manejo da pastagem, com liberação mais rápida nas folhas do que nos caules.

REFERÊNCIAS

PADOVAN, M.P.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41: 667-672, 2006.

PALM, C.A. & SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil Biol. Biochem.*, 23:83-88, 1991.

PAUL, E. A. & CLARK, F. E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: *Soil Microbiology And Biochemistry*. 2nd ed. San Diego: Academic, 1996. p. 158-179.

SEMMARTIN M., GARIBALDI L.A. & CHANETON E.J. Grazing history effects on above- and below-ground litter decomposition and nutrient cycling in two co-occurring grasses. *Plant and Soil* 303:177-189, 2008.

SILVA, F. D. da., Distribuição espacial e temporal de placas de esterco e produtividade da soja em sistema de integração soja-bovinos de corte. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia-UFRGS, Porto Alegre-RS, 2012. 100p.

SOUSSANA, J. F & LEMAIRE, G.. Coupling the carbon and nitrogen cycles through improved grassland management and crop-livestock integration. In: *II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS*. 2, 2012. Anais. Porto Alegre: UFRGS, 2012. CD-ROM.

THO "NNISSEN, C.; MIDMORE, D.; LADHA, J. K. et al. Legume Decomposition and Nitrogen Release When Applied as Green Manures to Tropical Vegetable Production Systems. *Agron. J.*, 92: 253–260, 2000.

WIEDER, R. K. & LANG, G. E. A. A Critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology* 63, 1636-1642, 1982.

Tabela 1. Parâmetros do modelo exponencial simples e duplo ajustados aos valores medidos da taxa de liberação de nitrogênio da biomassa da pastagem (aveia+azevém), esterco, planta e folha de soja e as constantes de decomposição (k_a e k_b) tempo de meia vida ($t^{1/2}$) e ajust (R^2), em um Latossolo Vermelho em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto submetido a intensidades de pastejo

Alturas de pastejo	Comp. A	Ka	Kb	T ^{1/2}		R ²
				A	(100-A)	
cm	%	.....dias ⁻¹.....		.....dias.....		
Pastagem						
10	72 a	0,005433 d	.....	128	.....	0,94
20	64 b	0,017885 a	.....	39	.....	0,94
30	57 c	0,013156 b	.....	53	.....	0,97
40	51 d	0,012520 b	.....	55	.....	0,95
SP	68 a	0,008421 c	.....	82	.....	0,94
Esterco bovino						
10	61 a	0,009004 d	0,001430 d	77	485	0,97
20	14 bc	0,094408 a	0,002719 a	7	255	0,99
30	10 c	0,060645 b	0,001530 c	11	453	0,96
40	20 b	0,034615 c	0,001694 b	20	409	0,98
Caule soja						
10	82 a	0,005443 a	.....	127	.....	0,98
20	83 a	0,005319 a	.....	130	.....	0,94
30	82 a	0,005788 a	.....	120	.....	0,97
40	82 a	0,005522 a	.....	125	.....	0,95
SP	83 a	0,005324 a	.....	130	.....	0,97
Folha soja						
10	75 a	0,010568 a	.....	66	.....	0,99
20	74 a	0,010597 a	.....	65	.....	0,99
30	75 a	0,009726 a	.....	71	.....	0,98
40	74 a	0,010375 a	.....	67	.....	0,98
SP	75 a	0,009929 a	.....	70	.....	0,98

SP = Sem pastejo