

# Velocidade de mineralização de nitrogênio de culturas de cobertura do solo em semeadura direta

Anderson Fernando Wamser<sup>1</sup>, Ibanor Anghinoni<sup>2</sup>, Egon José Meurer<sup>3</sup>,  
Claudio Mario Mundstock<sup>4</sup> e Paulo Régis Ferreira da Silva<sup>5</sup>

**Resumo** – Conduziu-se um experimento em Eldorado do Sul, RS, em 2001, em Argissolo Vermelho distrófico, para avaliar o potencial de fornecimento de N em oito coberturas do solo (pousio invernal, aveia preta, ervilhaca comum, nabo forrageiro, aveia+ervilhaca, aveia+nabo, ervilhaca+nabo e aveia+nabo+ervilhaca) para o desenvolvimento inicial do milho. O potencial de fornecimento de N foi estimado através da taxa de decomposição da fitomassa das culturas de cobertura e da análise dos teores de N mineral do solo. O nabo forrageiro e a ervilhaca comum, diferentemente da aveia, proporcionaram maior liberação de N durante os primeiros 58 dias de decomposição, refletindo em maiores níveis de  $N-NO_3^-$  no solo no final deste período.

**Termos para indexação:** *Avena strigosa* Schreb, *Vicia sativa* L., *Raphanus sativus* L., manejo, liberação de N.

## Nitrogen mineralization rate of winter cover crops in no-till system

**Abstract** – A field experiment was carried out in Eldorado do Sul, RS, Brazil, on a Rhodic Paleodult soil, in 2001, with the objective of evaluating the N release of different winter cover crop systems (winter fallow, black oat, common vetch, radish, black oat+common vetch, black oat+radish, common vetch+radish, black oat+radish+common vetch) during the initial development of maize. The N supply was estimated by using decomposition bags filled with samples of the cover crops, and by analysing the level of mineral N in the soil. The use of common vetch and radish, in contrast of black oat, provided superior release of N during the first 58 days of decomposition, resulting in the highest soil  $N-NO_3^-$  levels.

**Index terms:** *Avena strigosa* Schreb, *Vicia sativa* L., *Raphanus sativus* L., management, N release.

## Introdução

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) é a espécie mais utilizada no Sul do País para cobertura de solo antes da semeadura direta do milho (Aita, 1997). Esta cultura possui elevada produção de fitomassa (Sá, 1997) e rusticidade (Sá, 1993) e mantém a cobertura do solo por mais tempo (Amado, 1997). Porém, a alta relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos da

aveia pode imobilizar temporariamente o N do solo durante a sua decomposição, reduzindo a disponibilidade de N no início do ciclo de desenvolvimento do milho (Argenta & Silva, 1999).

Espécies da família das leguminosas, como a ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), possuem alta capacidade de fixar nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) e aumentar a disponibilidade de N no solo durante a sua decomposição. O nabo

forrageiro (*Raphanus sativus* L.), da família das crucíferas, é outra espécie que pode aumentar a disponibilidade de N no solo, devido à alta capacidade de reciclar N de camadas mais profundas do solo (Heinzmann, 1985). A ervilhaca e o nabo, ao contrário da aveia, possuem baixa relação C/N, que favorece a rápida decomposição dos resíduos. Isto faz com que a cobertura do solo permaneça por menos tempo e ocorra a mineralização de grande

Aceito para publicação em 8/11/05.

<sup>1</sup>Eng. agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Caçador, C.P. 591, 89500-000 Caçador, SC, fone: (49) 3561-2000, e-mail: afwamser@epagri.rct-sc.br.

<sup>2</sup>Eng. agr., Ph.D., UFRGS/Faculdade de Agronomia, C.P. 776, 900001-970 Porto Alegre, RS, fone: (51) 3316-6000, e-mail: ibanghi@ufrgs.br.

<sup>3</sup>Eng. agr., Dr., UFRGS/Faculdade de Agronomia, e-mail: egon.meurer@ufrgs.br.

<sup>4</sup>Eng. agr., Ph.D., UFRGS/Faculdade de Agronomia, e-mail: cmmundst@ufrgs.br.

<sup>5</sup>Eng. agr., Ph.D., UFRGS/Faculdade de Agronomia, e-mail: paulo.silva@ufrgs.br.

parte do N logo no início do ciclo da cultura (Pavinato, 1993), podendo haver menor disponibilidade de N em estágio fenológico mais avançado do desenvolvimento do milho.

Com o objetivo de melhorar o suprimento de N para o milho, pode-se utilizar consórcios destas três espécies antes do cultivo desta cultura. Segundo Martin & Touchton (1983), a consorciação entre gramíneas e leguminosas apresenta um valor intermediário entre a alta relação C/N das gramíneas e a baixa relação C/N das leguminosas, o que possibilitaria o suprimento de N por um maior período de tempo para a cultura em sucessão, bem como manteria a cobertura do solo por mais tempo. O mesmo pode ser esperado para o consórcio entre aveia e nabo forrageiro.

O presente estudo objetivou avaliar o potencial e a velocidade de fornecimento de N de três espécies de cobertura do solo, em cultivo solteiro e em consórcio, logo após o manejo.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em 2001, na Estação Experimental Agronômica – EEA – da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS –, localizada no município de Eldorado do Sul, RS. O solo no local do experimento foi identificado como um Argissolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 1999).

Os oito tratamentos consistiram em sete coberturas de solo, envolvendo aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro, mais a testemunha em pousio invernal. Utilizaram-se 100, 80 e 12kg de sementes/ha nos cultivos solteiros, respectivamente, para aveia, ervilhaca e nabo. Na combinação das espécies se utilizaram 50% da quantidade utilizada no cultivo solteiro para o consórcio duplo e 33% para o consórcio triplo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas de 28m<sup>2</sup> (3,5m x 8m).

As espécies de inverno foram semeadas em maio de 2001 em semeadura direta, em linhas espaçadas em 0,2m. Nos consórcios, as espécies foram misturadas e semeadas na mesma linha. As sementes de ervilhaca comum foram inoculadas com *Rhizobium leguminosarum* bv. viciae. As parcelas com aveia preta receberam adubação de cobertura com uréia nas doses de 60, 30 e 15kg de N/ha, respectivamente, para os tratamentos com 100%, 50% e 33% de aveia preta. Aplicou-se metade da dose de N no início do afilhamento e metade no início do alongamento dos colmos da cultura. Nos cultivos solteiros de ervilhaca comum e de nabo forrageiro não foi realizada adubação nitrogenada. O manejo da fitomassa foi realizado mecanicamente através de um rolo-faca no estágio de floração plena das espécies. Determinou-se a produção de fitomassa e o N total na parte aérea das culturas de cobertura em amostras de 0,5m<sup>2</sup> de cada parcela coletadas quatro dias após a rolagem. Imediatamente após a rolagem, fez-se a semeadura direta manual do milho com matraca. Não foram realizadas adubações nitrogenadas de base e de cobertura no milho.

A estimativa da quantidade de N fornecida ao milho pelas culturas de cobertura de solo foi deter-

minada com sacos de decomposição medindo 0,2 x 0,1m, conforme metodologia descrita por Amado (1997). Os sacos foram preenchidos com amostras de 10g de cada cobertura, previamente fragmentadas em pedaços de aproximadamente 2cm. Sete dias após a rolagem da fitomassa, os sacos foram dispostos ao longo das respectivas parcelas, num total de três por repetição, colocando-os em contato direto com o solo. Após 17, 31 e 58 dias da instalação do experimento, os sacos de decomposição foram retirados para determinação da massa seca (MS) e quantidade de N. Por ocasião da rolagem das culturas, da instalação do experimento e das duas primeiras épocas de coleta dos sacos de decomposição, foram retiradas amostras de solo na profundidade de 20cm para determinação dos teores de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no solo.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias de fatores qualitativos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias de dados correspondentes a fatores quantitativos foram submetidas à análise de regressão.

## Resultados e discussão

A produção de fitomassa das

Tabela 1. Produção de fitomassa (matéria seca – MS) e nitrogênio (N) acumulado na parte aérea das diferentes espécies de plantas de cobertura<sup>(1)</sup>. Eldorado do Sul, RS, 2001

Tratamento	Fitomassa		N total acumulado	
	.....kg/ha.....			
Aveia preta	3.620	d	37,7	c
Ervilhaca comum	4.095	d	86,1	b
Nabo forrageiro	5.405	c	81,0	b
Aveia preta+ervilhaca	5.560	bc	87,7	b
Aveia preta+nabo forrageiro	7.345	a	103,4	ab
Ervilhaca+nabo forrageiro	6.255	bc	120,6	a
Aveia preta+ervilhaca+nabo forrageiro	6.550	ab	108,1	ab

<sup>(1)</sup> Médias de tratamentos seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram entre si (Tukey, P < 0,05).

espécies de plantas de cobertura do solo consta na Tabela 1. O nabo forrageiro foi a espécie em cultivo solteiro que produziu a maior quantidade de fitomassa e contribuiu significativamente para a produção de fitomassa dos consórcios nos quais participou. Isto pode estar ligado a sua maior precocidade, que permite maior crescimento em relação às outras espécies do consórcio. Não houve diferença entre a produção de fitomassa da ervilhaca e da aveia em cultivo solteiro, o que contraria os resultados obtidos por Fries (1997), que mostrou que a aveia possui maior potencial de produção de fitomassa do que a ervilhaca. A menor produção de fitomassa da aveia pode estar relacionada possivelmente ao baixo vigor das sementes.

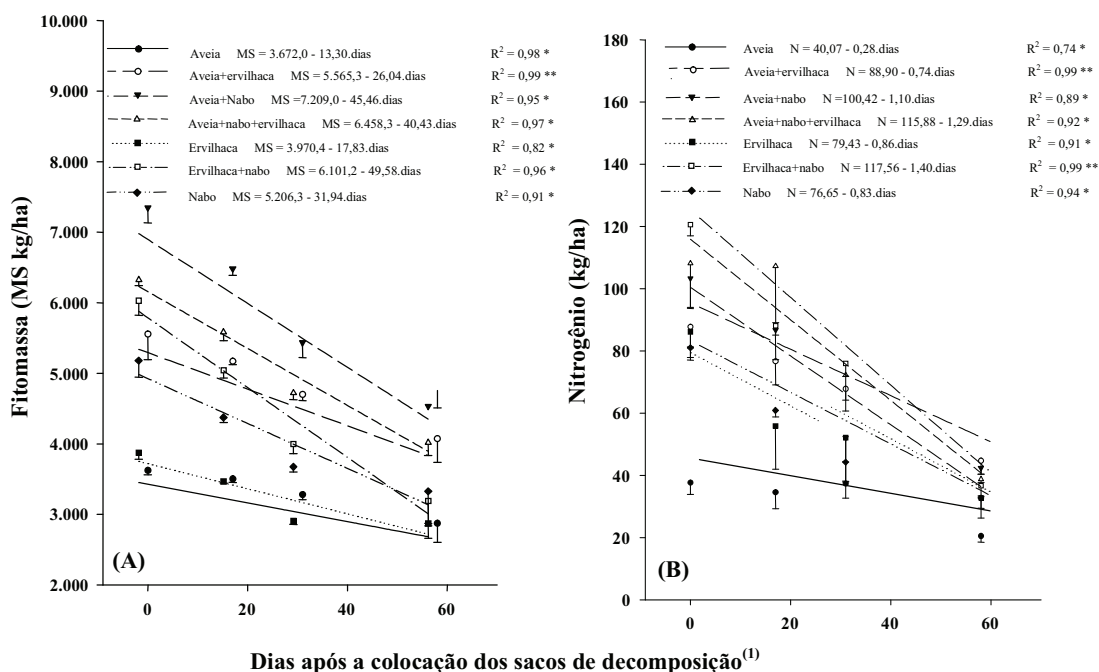
As quantidades de N presentes na fitomassa das espécies cultivadas de forma solteira são semelhantes às estimadas por Heinzmann (1985)

para nabo e por Reeves (1994) para ervilhaca e aveia. Não houve diferenças entre as quantidades de N presentes no tecido do nabo e da ervilhaca em cultivo solteiro. O nabo em consórcio com outras espécies teve maior quantidade de N produzido que os consórcios sem nabo. Isto demonstra a sua alta capacidade de reciclar N de camadas mais profundas do solo, (Heinzmann, 1985) e a sua alta produção de fitomassa.

Os dados de decomposição da fitomassa e mineralização de N determinados nos sacos de decomposição das coberturas se encontram na Figura 1. Comparando os cultivos solteiros, a taxa de decomposição foi maior no nabo, seguido pela ervilhaca e aveia. Este resultado comprova a rápida decomposição de resíduos com menor relação C/N, como discutido por Pavinato (1993) para nabo e ervilhaca. A presença de nabo nos consórcios também favoreceu a de-

composição da MS nestes.

A velocidade de mineralização do N no consórcio aveia+ervilhaca e aveia+ervilhaca+nabo foi menor em relação ao cultivo solteiro de ervilhaca e ao consórcio ervilhaca+nabo, respectivamente. Isto mostra o efeito das gramíneas em imobilizar temporariamente o N mineralizado de leguminosas durante a decomposição microbiana de seus resíduos. Resultado semelhante foi observado por Decker et al. (1987), que determinaram que a consorciação de leguminosas com trigo reduziu, em média 30%, a quantidade de N absorvida pelo milho, em comparação com o uso de leguminosas isoladamente. A maior velocidade de mineralização do N no consórcio aveia+nabo, em relação ao cultivo solteiro do nabo não seguiu os padrões descritos anteriormente. O nabo se beneficiou com a presença de outra espécie, aumentando o seu crescimento em detrimento



(1) Barras verticais representam o erro padrão da média.

Figura 1. Evolução da (A) decomposição da matéria seca e da (B) mineralização de nitrogênio da fitomassa de diferentes espécies de plantas de cobertura. Eldorado do Sul, RS, 2001

da outra, que no caso da aveia acabou diminuindo o seu efeito na redução das taxas de mineralização do N.

Houve interação entre as espécies de cobertura do solo e a época de amostragem para os teores de  $N-NO_3^-$  no solo (Figura 2). Só houve diferenças significativas para os teores de  $N-NO_3^-$  no solo aos 38 dias após o manejo das coberturas. O pousio invernral apresentou o menor teor de  $N-NO_3^-$  no solo, seguido pelo cultivo da aveia solteira ou em consórcio, mostrando a capacidade desta espécie em imobilizar temporariamente o N do solo durante a sua decomposição, como comentado por Argenta & Silva (1999). Por outro lado, as coberturas com a participação somente de ervilhaca e/ou nabo apresentaram os maiores teores de  $N-NO_3^-$  no solo nesta época.

Não houve interação entre as espécies de cobertura do solo e a época de amostragem quanto aos teores de  $NH_4^+$  no solo (Figura 3). De uma forma geral, os níveis de  $NH_4^+$  no solo decrescem após o manejo das coberturas. Não se observou efeito de espécies de cobertura sobre os teores de  $NH_4^+$  no solo. Os teores de  $NH_4^+$  no solo no pousio invernral e na cobertura com nabo solteiro não foram estatisticamente diferentes dos demais, exceto para o consórcio nabo+aveia.

## Conclusões

A utilização de nabo forrageiro em cultivo solteiro ou em consórcio com gramíneas e leguminosas na cobertura do solo aumenta a velocidade de decomposição da fitomassa durante a fase inicial de crescimento da cultura do milho.

A presença da aveia preta na cobertura do solo diminui a velocidade de mineralização do N da fitomassa e a disponibilidade de  $NO_3^-$  no solo durante a fase inicial de crescimento da cultura do milho.

O uso do nabo forrageiro e da ervilhaca comum na cobertura do solo proporciona maior velocidade de mineralização de N da fitomassa e aumenta a disponibilidade de  $NO_3^-$

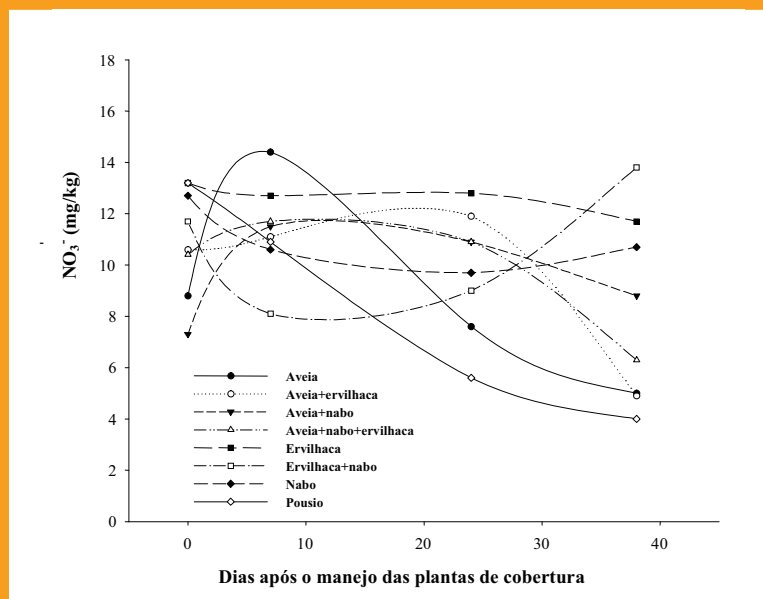
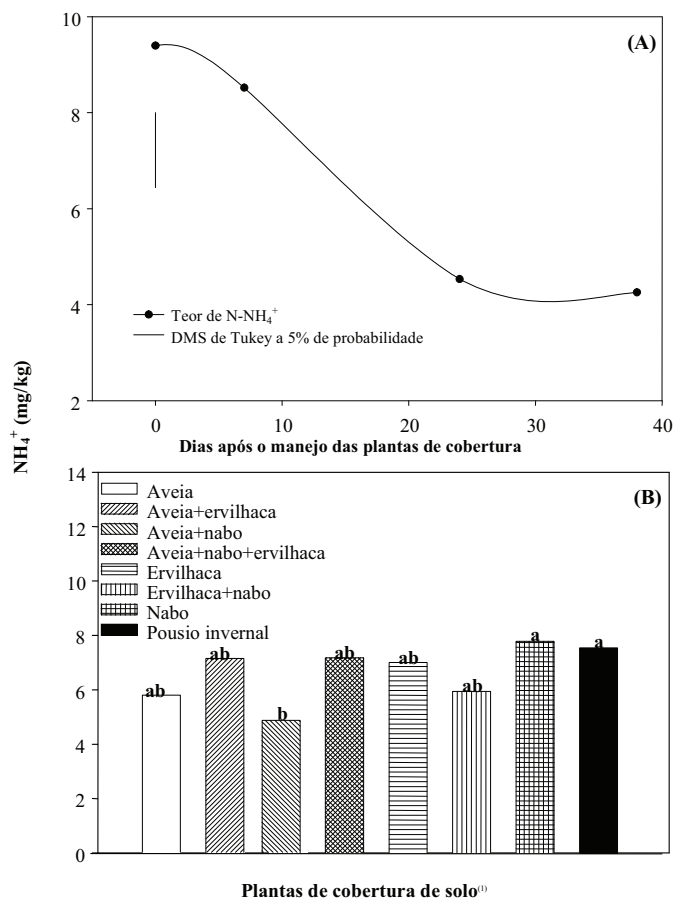


Figura 2. Evolução dos teores de nitrato ( $NO_3^-$ ) no solo com diferentes espécies de plantas de cobertura. Eldorado do Sul, RS, 2001



(1) Tratamentos seguidos pela mesma letra não diferenciaram entre si (Tukey,  $P < 0,05$ ).

Figura 3. Evolução do teor médio de amônio ( $NH_4^+$ ) no solo (A) para o conjunto de espécies de plantas de cobertura (B) no solo para diferentes espécies de plantas de cobertura. Eldorado do Sul, RS, 2001

no solo durante a fase inicial de crescimento do milho.

O uso de consórcios entre gramíneas, ervilhaca e nabo constitui-se uma alternativa para a produção de elevada quantidade de fitomassa e rápida mineralização do N.

## Literatura citada

1. AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R.; DALMOLIN, R.S.D. (Coord.). *Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.76-111.
2. AMADO, T.J.C. *Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo*. 1997. 201f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
3. ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. Adubação nitrogenada em milho implantado em semeadura direta após aveia preta. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.29, n.4, p.745-754, 1999.
4. DECKER, A.M.; HOLDERBAUM, J.F.; MULFORD, R.F. et al. Fall-seeded legume nitrogen contributions to no till corn production. In: *ROLE OF LEGUMES IN CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS*, 1987, Athens. *Proceedings...* Ankeny: Soil Conservation Society of America, 1987. p.21-22.
5. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.
6. FRIES, M.R. Microbiologia e matéria orgânica: recuperação pelo sistema plantio direto. In: FRIES, M.R.; DALMOLIN, R.S.D. (Coord.). *Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.47-75.
7. HEINZMANN, F. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.9, p.1.021-1.030, 1985.
8. MARTIN, G.W.; TOUCHTON, J.T. Legume as a cover crop and source of nitrogen. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.38, n.3, p.214-216, 1983.
9. PAVINATO, A. *Teores de carbono e nitrogênio do solo e produtividade de milho afetados por sistemas de culturas*. 1993. 122f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
10. REEVES, D.W. Cover crops and rotations. In: HATFIELD, J.L.; STEWART, B.A. *Crops residue management*. Florida: Lewis, 1994. p.125-172. (Advances in Soil Science).
11. SÁ, J.C.M. Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo: Embrapa/CNPT, 1993. p.41-47.
12. SÁ, J.C.M. Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. *Tecnologia da produção de milho*. Piracicaba: Departamento de Agricultura da Esalq/USP, 1997. p.84-103. ■

Sede administrativa do Cepea – Florianópolis, SC  
Fone (48) 3331-3900, e-mail: cepea@epagri.rct-sc.br



**Cepea**

Centro de Pesquisa e Extensão Apícola

**Promovendo a excelência do agronegócio apícola**