

SEÇÃO VI - MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

CULTURAS DE COBERTURA, ACÚMULO DE NITROGÊNIO TOTAL NO SOLO E PRODUTIVIDADE DE MILHO⁽¹⁾

T. J. C. AMADO⁽²⁾, J. MIELNICZUK⁽³⁾,
S. B. V. FERNANDES⁽⁴⁾ & C. BAYER⁽⁵⁾

RESUMO

A associação de preparos conservacionistas com culturas de cobertura é importante estratégia de melhoria da qualidade do solo. Quando leguminosas são utilizadas, verifica-se incremento na disponibilidade de nitrogênio (N) para a primeira cultura em sucessão (efeito imediato). Todavia, o uso de leguminosas por vários anos pode se refletir no incremento da capacidade do solo em suprir N (efeito residual). Com o objetivo de distinguir o efeito residual do efeito imediato do uso de culturas de cobertura foi realizada esta pesquisa. Utilizou-se um experimento de longa duração (1985 a 1995) instalado na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, RS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. As parcelas principais incluíram três sistemas de preparo: convencional, reduzido e direto; as subparcelas abrangeram três sistemas de cultura: aveia/milho (A/M), aveia + ervilhaca/milho (A + E/M) e aveia + ervilhaca/milho+caupi (A + E/M + C) e as subsubparcelas doses de N. O solo da área experimental é um Podzólico Vermelho-Escuro. No ano desta pesquisa (1995), os sistemas de cultura utilizados foram aveia/milho, ervilhaca/milho e aveia + ervilhaca/milho. Visando avaliar o efeito residual do uso de culturas de cobertura, um segmento da parcela foi mantido descoberto durante o inverno que antecedeu o cultivo do milho. A associação de preparos conservacionistas (reduzido e direto) com o uso de leguminosas aumentou o estoque de N total na camada superficial do solo. O efeito residual das leguminosas no sistema A + E/M + C promoveu incrementos de 26 e 19% na quantidade de N absorvido e rendimento de grãos, respectivamente, em relação ao histórico de uso de A/M. Contudo, a presença de resíduos de ervilhaca ainda foi a principal responsável pelo fornecimento de N ao milho (efeito imediato).

Termos de indexação: adubação nitrogenada, sistemas de preparo, sistemas de cultura, *Zea mays* L.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS para a obtenção do título de Doutor em Agronomia. Recebido para publicação em junho de 1998 e aprovado em fevereiro de 1999.

⁽²⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. CEP 97105-900 Santa Maria (RS). E-mail: tamado@ccr.ufsm.br. Bolsista do CNPq.

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia, UFRGS. CEP 90001-970 Porto Alegre (RS). Bolsista do CNPq.

⁽⁴⁾ Professora da Faculdade de Agronomia - Unijuí. CEP 98700-000 Ijuí (RS).

⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Solos, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. CEP 88520-000 Lages (SC).

SUMMARY: COVER CROPS, TOTAL SOIL NITROGEN ACCUMULATION AND CORN YIELD

The association of conservation tillage with cover crops is an important tool for improving soil quality. When legumes are used as cover crops there is an increase in nitrogen (N) availability for the first crop in succession (immediate effect). However, the long term use of legumes as cover crop increases soil N availability (residual effect). This long-term experiment was carried out to evaluate the immediate effect and residual effect of cover crops on a Paleadulf from Rio Grande do Sul, Brazil. The experimental design was a split split plot with three replications. The main plots were three tillage systems: conventional, minimum and no-tillage; the subplot consisted of three crop productions: black oat/corn (A/M), oat + common vetch/corn (A + E/M), oat + common vetch/corn + cowpea (A + E/M + C), and the subsubplots consisted of two N fertilizer rates: 0 and 120 kg ha⁻¹. The crop production systems used were: oat/corn, vetch/corn and oat + vetch/corn. In order to evaluate the residual effect of cover crop, the plots were split in bare soil before corn cropping and cover with cover crop. Conservation tillage plus legume cover crop increased total N at soil surface. The use of legumes in A + E/M + C, regardless of the tillage system, increased corn N uptake by 26% and increased corn yield by 19%, when compared to A/M. Despite that, cover crop biomass in the presence of corn was considered the most important N source to corn.

Index terms: Nitrogen fertilizer, tillage systems, crops systems, Zea mays L.

INTRODUÇÃO

A associação de preparos conservacionistas com culturas de cobertura que proporcionem elevadas adições de carbono e nitrogênio (N) é estratégia importante para melhoria da qualidade do solo. Entre os indicadores de qualidade do solo, destaca-se o N total por sua relação com a capacidade produtiva do solo, uma vez que o incremento no rendimento de culturas econômicas, quando cultivadas em sucessão a culturas de cobertura, tem sido principalmente atribuído ao aumento da disponibilidade de N (Baldock & Musgrave, 1980; Fleming et al., 1981; Ebelhar et al., 1984; Pavinato et al., 1993; Teixeira et al., 1994).

Quando leguminosas são utilizadas como cultura de cobertura, a principal vantagem, em relação a outras espécies, é o aporte de N fixado biologicamente. Vários resultados de pesquisa demonstram, claramente, o efeito de aumento da disponibilidade de N para a primeira cultura cultivada em sucessão a leguminosas (efeito imediato) (Ebelhar et al., 1984; Teixeira et al., 1994; Aita et al., 1994). No entanto, resultados de pesquisa em que foi utilizado o N marcado indicam que a maior proporção do N da biomassa de leguminosas tem como destino o solo (Ladd et al., 1981; Harris & Hesterman, 1990), ficando acumulado na forma de N orgânico, que, muito lentamente, torna-se disponível para as culturas em sucessão.

Com este trabalho objetivou-se distinguir o efeito residual das culturas de cobertura, definido como o incremento do potencial do solo em suprir de N culturas em sucessão devido ao uso prolongado desta prática, do efeito imediato, definido como efeito de

fornecimento de N da fitomassa da cultura de cobertura para a primeira cultura em sucessão.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental selecionada tem sido utilizada em um experimento de longa duração, localizada na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, em Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul. O solo da área experimental é um Podzólico Vermelho-Escuro distrófico de textura franco-argilosa derivado de granito, que apresentava indícios de avançado estágio de degradação (Bayer, 1992). Quando da implantação do experimento, em 1985, foi realizada análise química do solo (Quadro 1).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é o subtropical de verão úmido quente do tipo fundamental Cfa. A precipitação pluvial média anual é de 1.440 mm (Bergamaschi & Guadagnin,

Quadro 1. Análise química do solo e teor de argila na área experimental na implantação do experimento

Argila	pH H ₂ O	NC ⁽¹⁾	P	K	MO
%		t ha ⁻¹	— mg kg ⁻¹ —		g kg ⁻¹
28,6	5,3	0,4	9,3	78,7	22,2

⁽¹⁾ NC= necessidade de calcário estimada pelo método SMP.

Adaptado de Bayer (1992).

1990). O relevo da região é ondulado a suave ondulado, sendo a declividade média da área experimental de 5%.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas principais, com 300 m², foram constituídas de três sistemas de preparo do solo: convencional, reduzido e direto, correspondendo a diferentes intensidades de preparo, sendo aplicados todos os anos antes da semeadura do milho. O preparo convencional consistiu de uma lavração, com arado de aiveca, seguida de uma gradagem de disco. No preparo reduzido, utilizou-se escarificador de quatro hastes, espaçadas 0,35 m entre si, atuando a uma profundidade aproximada de 0,30 m. No plantio direto, os resíduos das culturas de cobertura foram mantidos na superfície do solo. Nos sistemas de preparo reduzido e plantio direto, as culturas de inverno foram dessecadas e acamadas antes da semeadura do milho.

As subparcelas, com 100 m², foram constituídas por três sistemas de rotação de cultura: aveia (*Avena strigosa* Schreb.)/milho (*Zea mays* L.) (A/M), aveia + trevo (*Trifolium subterraneum*)/milho (A + T/M) e aveia+trevo/milho+caupi (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata* (L.) Walp.) (A + T/M + C). Nas consorciações, o trevo foi utilizado de 1985 a 1990; a partir de 1990, essa leguminosa foi substituída pela ervilhaca (*Vicia sativa* L.). Para as culturas de inverno, não foi realizado preparo do solo, sendo a semeadura feita a lanço sobre os resíduos das culturas de verão em todos os tratamentos.

Nas subsubparcelas, com 50 m², foram aplicadas duas doses de N (0 e 120 kg ha⁻¹). A aplicação do fertilizante foi feita parceladamente em cobertura na forma de uréia, sendo 1/3 aplicado aos 20-25 dias e 2/3 aos 60-70 dias da emergência (DAE) do milho.

No ano de 1994, transcorridos nove anos da instalação do experimento, foi avaliado o N total acumulado no solo na camada de 0-17,5 cm. Esta amostragem foi realizada manualmente por meio da abertura de uma pequena trincheira com área de 0,10 x 0,50 m, estratificada em cinco profundidades: 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-7,5; 7,5-12,5 e 12,5-17,5 cm. As análises de N total seguiram método proposto por Tedesco et al. (1995).

No ano de 1995, foram introduzidas algumas modificações nos sistemas de rotação de cultura do experimento, visando avaliar o efeito residual de culturas de cobertura. Assim, o sistema aveia + ervilhaca/milho não foi substituído por ervilhaca/milho, enquanto os demais sistemas permaneceram inalterados. Optou-se por esta alteração, com o objetivo de evitar duplicidade de tratamentos, uma vez que a consorciação aveia + ervilhaca já constava do sistema aveia + ervilhaca/milho + caupi e, por outro lado, não havia um sistema com leguminosa de inverno isolada antecedendo ao milho.

Todavia, a principal modificação foi a introdução de subsubparcelas constituídas por solo descoberto

e coberto com resíduos, ambas sem adição de N mineral, com dimensões de 25 m². As subsubparcelas foram localizadas no segmento de parcela com histórico de ausência de adubação nitrogenada. As quantidades de sementes utilizadas foram: aveia 70 kg ha⁻¹, ervilhaca 60 kg ha⁻¹ e aveia + ervilhaca 70 kg ha⁻¹. A implantação dessas espécies foi feita em plantio direto, em abril de 1995. Após a emergência das culturas de cobertura na subsubparcela destinada a ficar descoberta (sem cultura de cobertura de inverno), foram realizados o controle químico dessas culturas e a catação manual dos resíduos culturais. O desenvolvimento das culturas de inverno, na outra subsubparcela (com cultura de cobertura no inverno), foi considerado normal e, no final do mês de agosto, foram efetuados a amostragem e o manejo das culturas de cobertura. Esta última prática consistiu da aplicação de herbicida à base de glifosate com dosagem de 820 g ha⁻¹ de princípio ativo, e, três dias após a aplicação do herbicida, foi utilizado o rolo faca para acamar a cobertura. Transcorridos 20 dias do manejo das culturas de cobertura, foi semeado o milho com espaçamento de 0,80 m entre as linhas e população final ajustada para 55.000 plantas ha⁻¹. A adubação de base do milho constitui-se de 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de K₂O, portanto sem adubação mineral nitrogenada. Durante o ciclo do milho, visando maximizar a absorção de N e o rendimento, foram efetuadas 18 irrigações suplementares à precipitação pluvial natural.

A produção de matéria seca e o conteúdo de N na biomassa de culturas de cobertura foram avaliadas, no pleno florescimento das espécies, pela amostragem de 0,5 m²/subsubparcela. Na cultura do milho, foram determinadas a produção de matéria seca e a quantidade de N absorvido aos 95 DAE. O rendimento de grãos do milho foi avaliado por meio de colheita manual em área central de 6,3 m² da subsubparcela, sendo os resultados expressos em t ha⁻¹, com 13% de umidade.

A análise estatística foi feita seguindo o delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo os sistemas de preparo as parcelas principais, os sistemas de rotação de cultura as subparcelas e a presença de cobertura as subsubparcelas. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nitrogênio adicionado ao solo pelas culturas de cobertura durante nove anos (1985-1994)

Com base nos dados apresentados por Bayer (1992) e os obtidos neste trabalho, foi feita a estimativa da adição e, ou, reciclagem de N pela parte

aérea das culturas de cobertura (Figura 1). Nesta estimativa, não está computada a reciclagem de N pela cultura do milho. Embora essa cultura recicle N pelos seus resíduos, ela representa também a principal fonte de exportação de N do sistema, por meio da colheita de grãos. A adição de N pela biomassa da aveia limitou-se à reciclagem de N e reflete a baixa capacidade do solo em suprir N durante a estação de crescimento dessa cultura, estimado em aproximadamente $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Por outro lado, nos sistemas com consorciação de aveia com leguminosas, além do efeito da reciclagem, ocorreu aporte de N oriundo da fixação simbiótica do N_2 atmosférico (trevo, ervilhaca, caupi). Este último aporte foi a principal fonte de adição de N ao solo. Burle et al. (1990) destacaram que, além da fixação simbiótica, as leguminosas também podem estar reciclando o N das camadas mais profundas do solo. De qualquer forma, o sistema mais intensivo de leguminosas (A + (T)E/M + C) adicionou e, ou, reciclou 842 kg ha^{-1} a mais do que o sistema A/M, durante o período de nove anos (Figura 1).

Nitrogênio total acumulado no solo em sistemas de preparo e cultura (1985-1994)

A quantidade de N total acumulado no solo foi influenciada pelas adições e reciclagem de N pelas culturas de cobertura (Quadro 2). Além disto, verificou-se interação de sistemas de preparo e cultura. Em 1994, nono ano do experimento, a recuperação da quantidade de N total na camada mais superficial do solo ocorreu principalmente quando da associação de sistemas de preparo com mínima mobilização do solo com sistemas de rotação de cultura de elevado aporte de N, semelhantemente ao observado por Bayer (1992) no quinto ano. Assim, no sistema plantio direto, a diferença de N total

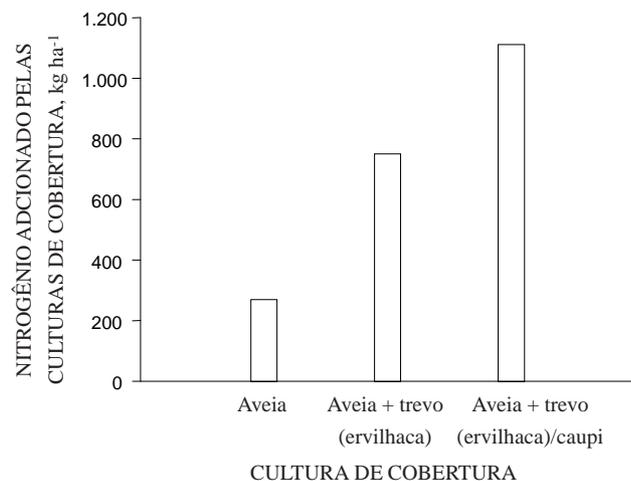


Figura 1. Estimativa do nitrogênio adicionado e, ou, reciclado pelas culturas de cobertura utilizadas em sistemas de rotação de cultura durante nove anos.

acumulado no solo entre o sistema de rotação de cultura com adição e reciclagem de N (A + (T)E/M + C) e o sistema de rotação de cultura com apenas reciclagem de N (A/M) foi de 820 kg ha^{-1} . Essa diferença, para os mesmos sistemas de rotação de culturas anteriormente citados, foi de 446 kg ha^{-1} , para o preparo reduzido, e de 240 kg ha^{-1} , para o preparo convencional, na camada de 0-17,5 cm (Quadro 2). Tais resultados evidenciam o efeito positivo da redução da intensidade de mobilização do solo na acumulação de N total na camada mais superficial do solo. Isto é interessante do ponto de vista de atividade biológica e de redução de riscos ambientais. Gilliam & Hoyt (1987), em condições de clima temperado, registraram uma faixa de acúmulo de $1,4$ a $2,4 \text{ kg cm}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N total no solo na camada de 0-30 cm, sob diferentes sistemas de cultura, quando da passagem do preparo convencional para o plantio direto. No presente trabalho, observou-se que estes incrementos, para a camada de 0-17,5 cm, foram de 4,7, 3,4 e $1,0 \text{ kg cm}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente, para o sistema de cultura com duas leguminosas/ano, uma leguminosa/ano e nenhuma leguminosa/ano (somente gramíneas) (Quadro 2).

Características fenológicas das culturas de cobertura

No quadro 3, é apresentado o efeito do sistema de rotação de cultura sobre a produção de matéria seca, bem como a quantidade de N na biomassa das plantas de cobertura do solo, no ano do experimento (1995). Essas características fenológicas não foram afetadas significativamente pelos sistemas de preparo. Os valores obtidos estão dentro dos limites considerados normais e são representativos dos valores obtidos em anos anteriores (Freitas et al., 1996). Resultado semelhante foi relatado por Freitas et al. (1996), que atribuíram tal fato ao preparo do solo somente quando da implantação da cultura do milho, uma vez que, nas culturas de cobertura, foi utilizado o sistema plantio direto. Assim, o espaço de tempo (oito meses) transcorrido entre o revolvimento do solo e o estabelecimento das culturas de cobertura anulou prováveis efeitos de incremento na mineralização de N decorrentes desta prática.

A aveia, quando utilizada isoladamente, apresentou elevada produção de matéria seca, porém a quantidade de N na biomassa foi inferior a 60% daquela verificada na ervilhaca e na consorciação. Desta maneira, a relação C/N da biomassa da aveia foi superior a 45, valor que indica potencial para imobilização de N durante o processo de decomposição dos resíduos (Alexander, 1980).

Por outro lado, a ervilhaca apresentou a menor produção de matéria seca e a maior quantidade de N na biomassa. Com isto, a relação C/N dessa leguminosa foi calculada em valores inferiores a 15, indicando potencial para rápida mineralização do N dos resíduos (Alexander, 1980).

Quadro 2. Nitrogênio total acumulado no solo na camada de 0-17,5 cm, considerando três sistemas de preparo e três sistemas de rotação de cultura durante nove anos

Sistema de cultura	Nitrogênio total no solo		
	Sistema de preparo		
	Convencional	Reduzido	Plantio direto
	kg ha ⁻¹		
Aveia/milho	2.278 b B	2.139 c B	2.440 c A
Aveia + trevo (ervilhaca)/milho	2.402 ab B	2.378 b B	2.943 b A
Aveia + trevo (ervilhaca)/milho + caupi	2.518 a B	2.585 a B	3.260 a A

Médias seguidas de letra maiúscula, na linha, comparam sistemas de preparo dentro do mesmo sistema de rotação de cultura, enquanto médias seguidas de letra minúscula, na coluna, comparam, sistema de rotação de cultura dentro do mesmo sistema de preparo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

A consorciação da aveia+ervilhaca apresentou características fenológicas interessantes, produzindo quantidade de matéria seca tão elevada quanto a obtida com o cultivo da aveia isolada e uma acumulação de N na biomassa estatisticamente igual à da ervilhaca isolada. No entanto, a relação C/N dessa consorciação aproximou-se de 25, valor este considerado como de equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização (Alexander, 1980).

Efeito do sistema de preparo sobre a nutrição e rendimento do milho

Segundo os resultados obtidos na avaliação do milho realizada aos 95 DAE, o plantio direto, na média de três sistemas de rotação de cultura, apresentou menor disponibilidade de N do que o preparo convencional e o reduzido (Figura 2). Assim, o plantio direto provocou decréscimos de 29,2 e 25,9% na produção de matéria seca e nitrogênio absorvido em relação ao preparo reduzido. Este resultado contrasta com o maior acúmulo de N total no solo verificado no plantio direto em relação aos demais sistemas de preparo (Quadro 2). Portanto, transcorridos 10 anos de instalação do experimento, ainda não houve correspondência do acúmulo de N total no solo no sistema plantio direto com o aumento da disponibilidade de N para as culturas. Resultados semelhantes foram encontrados por Rice et al. (1986) e McCracken et al. (1989). A menor disponibilidade de N no sistema plantio direto deve estar relacionada com a menor taxa de mineralização dos resíduos vegetais e da matéria orgânica do solo associada à maior imobilização do N pela biomassa microbiana (Freitas et al., 1996; Amado, 1997).

Os sistemas de preparo do solo, embora tenham influenciado a produção de matéria seca e a quantidade de N absorvido, não influíram no rendimento de grãos de milho (Figura 3). Este resultado concorda com os obtidos em outros experimentos, nos quais se verificou menor disponibilidade de N no plantio

Quadro 3. Matéria seca e nitrogênio acumulados na biomassa e relação C/N das culturas de cobertura de inverno (aveia e ervilhaca), considerando três sistemas de preparo e três sistemas de rotação de cultura

Sistema de cultura	Matéria seca	Nitrogênio	Relação C/N ⁽¹⁾
	t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	
Aveia	5,13 a	42,3 b	48,5
Ervilhaca	3,87 b	110,0 a	14,1
Aveia+ervilhaca	6,20 a	106,6 a	23,3

Letras comparam, na coluna, a produção de matéria seca e a quantidade de nitrogênio nas culturas de cobertura pelo teste Duncan a 5%.

⁽¹⁾ Relação C/N calculada, considerando que 40% da matéria seca é carbono.

direto quando da ausência de adubação nitrogenada ou da utilização de baixas doses, porém o rendimento de grãos entre sistemas de preparo foi semelhante (Varco et al., 1989; Freitas et al., 1996).

Efeito residual do sistema de rotação de cultura na nutrição e rendimento do milho

Para analisar o efeito residual do uso de culturas de cobertura, foi utilizada a subsubparcela mantida descoberta durante o inverno que antecedeu o cultivo do milho. Na subsubparcela mantida descoberta, constata-se que o histórico de uso de leguminosas, média de três sistemas de preparo, refletiu-se positivamente na absorção de N, porém não apresentou efeito sobre a produção de matéria seca do milho (Figura 4). Assim, o histórico de uso de A + (T)E/M + C (duas leguminosas por ano) proporcionou aumento de 10,7 kg ha⁻¹ na absorção de N pelo milho quando comparado ao do sistema A/M.

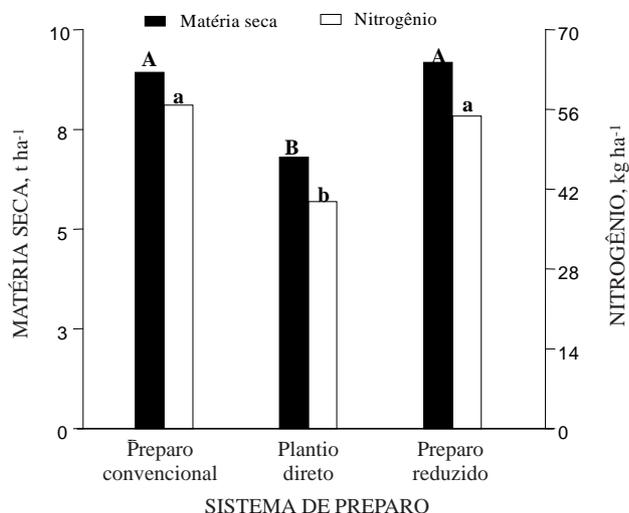


Figura 2. Produção de matéria seca e quantidade de nitrogênio absorvido pelo milho aos 95 DAE, considerando três sistemas de preparo, média de três sistemas de cultura e duas formas de cobertura do solo. Letras maiúsculas comparam a produção de matéria seca e letras minúsculas comparam a quantidade de nitrogênio absorvido pelo milho, pelo teste Duncan a 5%.

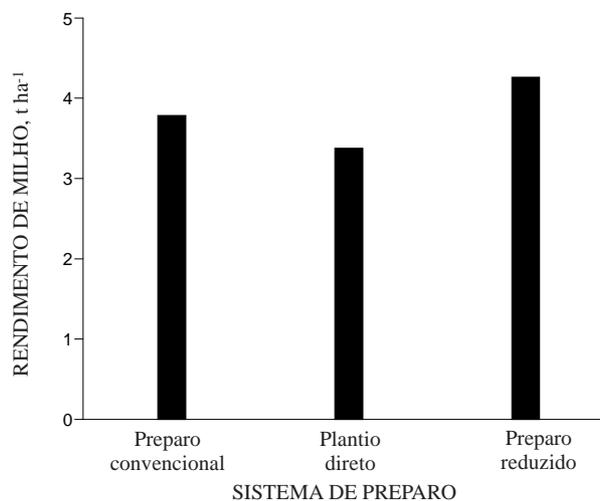


Figura 3. Rendimento de grãos de milho, considerando três sistemas de preparo, média de três sistemas de rotação de cultura e duas formas de cobertura do solo. Médias não diferiram pelo teste Duncan a 5 %.

McCracken et al. (1989), em experimento com método semelhante ao utilizado neste trabalho (subsubparcelas cobertas e descobertas), encontraram que o efeito residual do uso de ervilhaca durante 10 anos proporcionou aumento de 28,0 kg ha⁻¹ na absorção de N pelo milho, quando comparado ao do sistema centeio/milho.

O efeito residual do uso de leguminosas como culturas de cobertura durante nove anos foi positivo no rendimento de grãos de milho (Figura 5). Assim, por exemplo, o uso de leguminosas no sistema A + (T)E/M + C promoveu incremento no rendimento do milho de 0,55 t ha⁻¹ em relação ao do sistema A/M, correspondendo a um incremento de 19%. O acréscimo no rendimento do milho pode ser atribuído ao aumento da capacidade do solo em suprir N, devido ao uso prolongado de leguminosas.

Efeito imediato do sistema de cultura na nutrição e rendimento do milho

Na subsubparcela mantida coberta (Figura 6), foi possível constatar, pela absorção de N pelo milho em sucessão à ervilhaca, a importância do N adicionado e, ou, reciclado pela biomassa dessa leguminosa no incremento da disponibilidade desse nutriente para a primeira cultura em sucessão (efeito imediato). Assim, o milho cultivado sob resíduos de ervilhaca, na média de três sistemas de preparo, absorveu 42 kg ha⁻¹ a mais do que o milho cultivado após aveia, ou seja, houve um acréscimo de 129%.

Utilizando os valores de N absorvido pelo milho na subsubparcela coberta com resíduos (Figura 6) e descontando este valor do N absorvido pelo milho

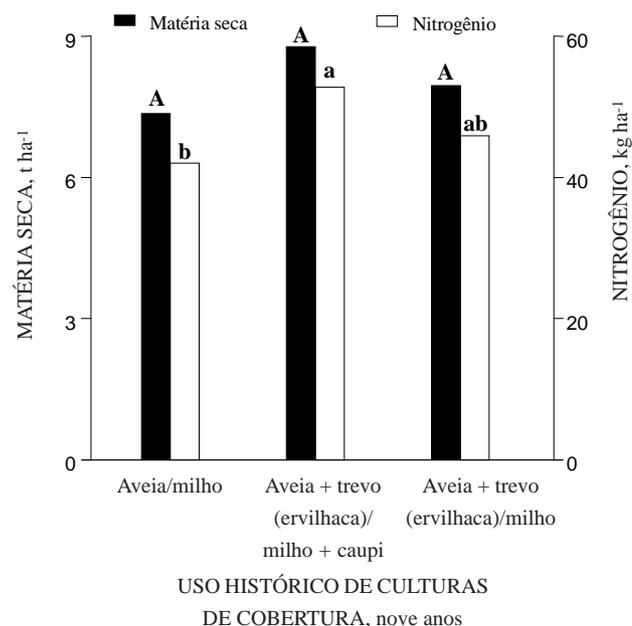


Figura 4. Produção de matéria seca e quantidade de nitrogênio absorvido pelo milho aos 95 DAE na ausência de culturas de cobertura, considerando três sistemas de cultura, média de três sistemas de preparo. Letras maiúsculas comparam produção de matéria seca e letras minúsculas comparam quantidade de nitrogênio pelo teste de Duncan a 5%.

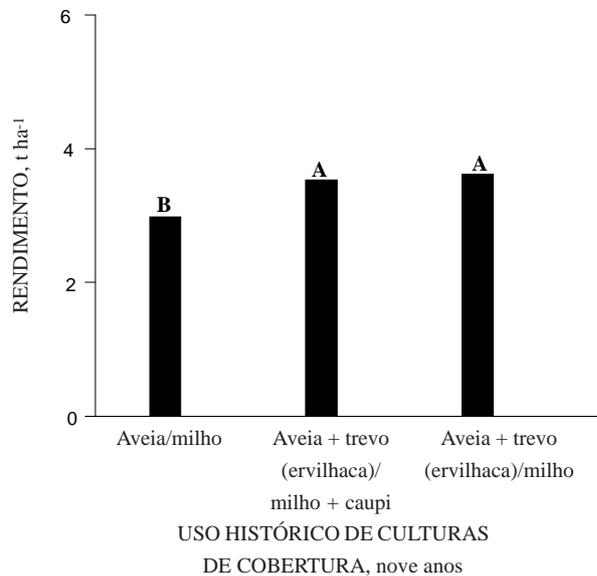


Figura 5. Rendimento de grãos de milho na ausência de cultura de cobertura antecedente em três históricos de uso do solo, considerando média de três sistemas de preparo. Letras maiúsculas comparam o rendimento entre histórico de uso do solo pelo teste de Duncan a 5%.

na subsubparcela descoberta (Figura 4), obtém-se uma estimativa do N absorvido pelo milho que pode ser atribuído ao efeito imediato da cultura de cobertura. A percentagem relativa de recuperação do N pela primeira cultura em sucessão pode então ser obtida dividindo este valor pela quantidade de N da biomassa da cultura de cobertura (Quadro 3). Com este procedimento, a recuperação relativa de N pelo milho foi estimada em 25,5%, seguindo a ervilhaca, média de três sistemas de preparo, enquanto, para a consorciação aveia + ervilhaca, foi de apenas 2,9% e apresentou valor negativo para a aveia (-23,0%). O valor de recuperação de N da ervilhaca obtido neste experimento aproxima-se dos valores encontrados por Bruulsema & Christie (1987) e Varco et al. (1989), obtidos em experimentos realizados com N marcado. O baixo valor de recuperação do N da biomassa da consorciação aveia + ervilhaca confirma a existência de um equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização durante a decomposição dos resíduos. O valor negativo de recuperação do N em sucessão à aveia indica a predominância do processo de imobilização. A recuperação de N da biomassa de culturas de cobertura, embora considerada baixa, quando comparada à de outras fontes de N, como a adubação mineral, revela grande influência na nutrição do milho em virtude da baixa capacidade do solo em suprir N, além de ser importante fonte para o incremento das reservas de N total no solo.

O rendimento de grãos de milho verificado na presença de resíduos (Figura 7) acompanhou a

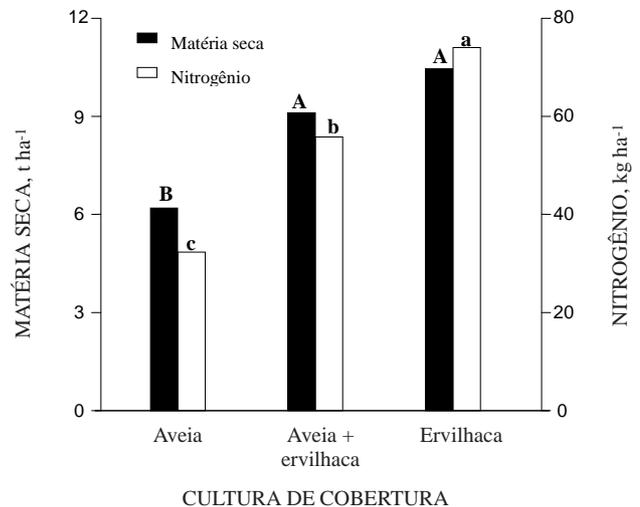


Figura 6. Produção de matéria seca e quantidade de nitrogênio absorvido pelo milho aos 95 DAE com cultura de cobertura antecedente considerando três sistemas de cultura, média de três sistemas de preparo. Letras maiúsculas comparam produção de matéria seca e letras minúsculas comparam quantidade de nitrogênio pelo teste de Duncan a 5%.

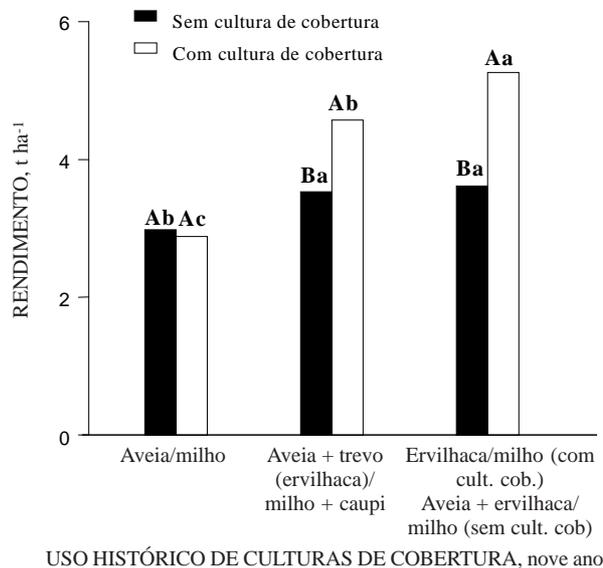


Figura 7. Rendimento de grãos de milho, considerando média de três sistemas de preparo. Letras maiúsculas comparam rendimento de milho em solo descoberto e coberto com resíduos dentro do mesmo sistema de cultura e letras minúsculas comparam sistemas de cultura dentro do sistema sem cultura de cobertura e com cultura de cobertura, pelo teste de Duncan a 5%.

absorção de N anteriormente apresentada (Figura 6). Assim, em resíduos de ervilhaca, foi constatado 82% de incremento no rendimento do

milho em relação ao obtido no sistema A/M. A consorciação A + E apresentou incremento de 58,3% em relação ao sistema A/M. A comparação do rendimento obtido sob solo descoberto (efeito residual) e coberto (efeito imediato) evidencia que os resíduos de aveia tiveram efeito neutro no rendimento do milho, enquanto a presença de resíduos de ervilhaca, como cultura de inverno, aumentou em 45,6% o rendimento do milho em relação ao obtido sob solo descoberto.

Assim, embora esteja havendo efeito positivo do uso de leguminosas no aumento da disponibilidade de N do solo (efeito residual estimado em 19% de incremento no rendimento no sistema A + (T)E/M + C em relação ao A/M), os resíduos de leguminosas cultivados imediatamente antes da cultura econômica (efeito imediato estimado em 45,6% de incremento no sistema E/M em relação a A/M) representaram a mais importante fonte de fornecimento de N ao milho.

CONCLUSÕES

1. A associação de sistemas de preparo de mínima mobilização com sistemas de rotação de cultura, que incluam leguminosas, é estratégia eficiente em promover o acúmulo de N total na camada superficial do solo.

2. A quantidade estimada de N da biomassa da ervilhaca recuperada pelo milho foi baixa (25,5%), porém fundamental na nutrição do milho.

3. Embora tenha sido constatado incremento na capacidade de suprimento de N do solo pelo uso de leguminosas por longo prazo (efeito residual), a presença de resíduos imediatamente antes da cultura econômica foi a principal responsável pela nutrição do milho (efeito imediato), na ausência da adubação mineral nitrogenada.

LITERATURA CITADA

- AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L.; PAVINATO, A. & BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 18:101-108, 1994.
- ALEXANDER, M. Descomposición de la materia orgánica. In: ALEXANDER, M. Introducción a la microbiología del suelo. México, AGT, 1980. p.142-162.
- AMADO, T.J.C. Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. 201p. (Tese de Doutorado)
- BALDOCK, J.O. & MUSGRAVE, R.B. Manure and mineral fertilizer effects in continuous and rotational crop sequences in central New York. *Agron. J.*, 72:511-518, 1980.
- BAYER, C. Características químicas do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por métodos de preparo e sistemas de culturas. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992. 183p. (Tese de Doutorado)
- BERGAMASCHI, H. & GUADAGNIN, M.R. Agroclima da Estação Experimental Agronômica. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. 96p.
- BRUULSEMA, T.W. & CHRISTIE, B.R. Nitrogen contribution to succeeding corn from alfalfa and red clover. *Agron. J.*, 79:96-100, 1987.
- BURLE, M.L.; PERES, J.R.R.; SHUET, A.R.; RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J. & BOWEN, W.T. Reciclagem de N por leguminosas cultivadas durante a seca nos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1990. 3p. (EMBRAPA-CPAC. Pesquisa em Andamento, 46)
- EBELHAR, S.A.; FRYE, W.W. & BLEVINS, R.L. Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn. *Agron. J.*, 76:51-55, 1984.
- FLEMING, A.A.; GIDDENS, J.E. & BEATY, E.R. Corn yields as related to legumes and inorganic nitrogen. *Crop Sci.*, 21:977-980, 1981.
- FREITAS, H.F.; ROSSO, A.; BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Efeito de métodos de preparo do solo e sistemas de cultura na absorção de nitrogênio e rendimento do milho. *Pesq. Agropec. Gaúcha*, 2:69-77, 1996.
- GILLIAM, J.W. & HOYT, G.D. Effect of conservation tillage on fate and transport of nitrogen. In: LOGAN, T.J. ed. Effects of conservation tillage on groundwater quality: nitrates and pesticides. Chelsea, Lewis, 1987. p.217-240.
- HARRIS, G.H. & HESTERMAN, O.B. Quantifying the nitrogen contribution from alfalfa to soil and two succeeding crops using Nitrogen-15. *Agron. J.*, 82:129-134, 1990.
- LADD, J.N.; OADES, J.M. & AMATO, M. Distribution and recovery of nitrogen from legume residues decomposing in soils sown to wheat in the field. *Soil Biol. Biochem.*, 13:251-256, 1981.
- MCCRACKEN, D.V.; CORACK, S.J.; SMITH, M.S.; FRYE, W.W. & BLEVINS, R.L. Residual effects of nitrogen fertilization and winter cover cropping on nitrogen availability. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53:1459-1464, 1989.
- PAVINATO, A. Teores de carbono e nitrogênio do solo e produtividade de milho afetados por sistemas de culturas. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. 122p. (Tese de Mestrado)
- RICE, C.W.; SMITH, M.S. & BLEVINS, R.L. Soil nitrogen availability after long-term continuous no-tillage and conventional tillage corn production. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50:1206-1210, 1986.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)
- TEIXEIRA, L.A.J.; TESTA, V.M. & MIELNICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por sistemas de cultura. *R. Bras. Ci. Solo*, 18:207-214, 1994.
- VARCO, J.J.; FRYE, W.W.; SMITH, M.S. & MACKOWN, C.T. Tillage effects on nitrogen recovery by corn from a nitrogen-15 labeled legume cover crop. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53:822-827, 1989.