MANEJO DO NITROGÊNIO NO MILHO EM SEMEADURA DIRETA EM SUCESSÃO A ESPÉCIES DE COBERTURA DE SOLO NO INVERNO E EM DOIS LOCAIS. II - EFEITO SOBRE O RENDIMENTO DE GRÃOS¹

NITROGEN MANAGEMENT IN MAIZE IN NO-TILL SYSTEM IN SUCCESSION TO WINTER COVER CROPS AT TWO LOCATIONS. II - EFFECT ON GRAIN YIELD

Gilber Argenta² Paulo Regis Ferreira da Silva³ Mauro Antônio Rizzardi⁴
Marcos João Baruffi⁵ Mara Cristina Barbosa Lopes⁶

RESUMO

A liberação de nitrogênio (N) de restos culturais depende dos processos de imobilização e mineralização microbiana, que são influenciados pelo ambiente. O objetivo do trabalho foi o de avaliar, em dois locais, os efeitos de dose e época de aplicação de N em milho (0-0; 0-160; 30-130 e 60-100kg/ha, respectivamente, na semeadura e em cobertura), em sistema de semeadura direta, implantado em duas épocas, após a dessecação (1 e aos 20 dias) de duas coberturas de solo no inverno (aveia preta e ervilhaca comum) e pousio invernal, sobre o rendimento de grãos. Foram conduzidos dois experimentos com suplementação hídrica, sendo um em Eldorado do Sul e outro em Passo Fundo, no estado do Rio Grande do Sul, no ano agrícola 1996/97. A resposta à aplicação de N dependeu do local, da cobertura de solo no inverno e da época de semeadura após a dessecação. Em Eldorado do Sul, a aplicação de N na semeadura aumentou o rendimento de grãos em relação ao tratamento com todo o N em cobertura, independentemente do tipo de planta de cobertura de solo no inverno. Em Passo Fundo, não houve diferença entre os tratamentos com N. O aumento na dose de N na semeadura de 30 para 60kg/ha não afetou o rendimento de grãos, independente do fator testado. O atraso em 20 dias na época de semeadura do milho em sucessão à aveia preta somente foi benéfico em Eldorado do Sul, aumentando em 34% o rendimento de grãos.

Palavras-chave: espécies de cobertura de solo no inverno, *Zea mays* L., época de semeadura após a dessecação, dose e época de aplicação de N.

SUMMARY

The release of nitrogen (N) of crop residues depends on the processes of microbial immobilization and mineralization, which are influenced by environment. The objective of this study was to evaluate, at two locations, the effects of rate and timing of N application in maize (0-0; 0-160; 30-130 and 60-100kg/ha, respectively, at sowing and sidedressed), in no-till system, established in two sowing dates after desiccation (1 and 20 days) of two winter cover crops (black oat and common vetch) and bare area, on grain yield. The experiment was conducted at two locations of the state of Rio Grande do Sul, Brazil, in the 1996/97 growing season. Maize response to N application depended on the location, on the specie of winter cover crop used and on sowing date after desiccation. In Eldorado do Sul, N application at sowing increased grain yield in relation to the treatment with total N sidedressed. At Passo Fundo there were no differences among the treatments with N application. The increase of the N rate from 30 to 60kg/ha at sowing date did not affect grain yield of maize, regardless of the other treatments used. The delay in 20 days of maize sowing date in succession to black oat was beneficial only in Eldorado do Sul, with 34% of increase of the grain yield.

Key words: winter cover crops, *Zea mays* L., sowing date after desiccation, rate and timing of N application.

INTRODUÇÃO

O milho necessita de grande quantidade de N, sendo requerido aproximadamente 140kg/ha

¹Artigo extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

²Engenheiro Agrônomo, MSc., Doutorando do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista do CNPq. Av. Bento Gonçalves, 7712, CP 776, 91540-000, Porto Alegre, RS. E-mail: argentag@vortex.ufrgs.br. Autor para correspondência.

³Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Adjunto, Departamento de Plantas de Lavoura, Fac. Agronomia, UFRGS. Bolsista do CNPq.

⁴Engenheiro Agrônomo, MSc., Professor do Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UPF.

⁵Acadêmico da Faculdade de Agronomia da UPF.

⁶Acadêmico da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

de N para a obtenção de 5t/ha de rendimento de grãos (HIROCE *et al.*, 1989). Estima-se que metade do N absorvido pela cultura provenha do solo (CANTARELLA, 1993).

A resposta do milho à adubação nitrogenada em sucessão a leguminosas é reduzida, pois as mesmas incorporam N ao solo e têm menor relação C/N que proporciona maior liberação de N nos estádios iniciais (CERETTA *et al.*, 1994; RANELIS & WAGGER, 1993; MASKINA *et al.*, 1993; SANTOS & PÖTTKER, 1990). A rotação de culturas também afeta a resposta à aplicação de N, sendo menor quanto maior for o número de anos de cultivo da leguminosa na área (MUZILLI & OLIVEIRA, 1992). A faixa de resposta à adubação mineral de N do milho após leguminosa situa-se em torno de 20-60kg/ha, e, após aveia preta, entre 40-120kg/ha, devido principalmente à alta relação C/N da palha de aveia (SÁ, 1995).

O milho cultivado em sucessão a gramíneas, geralmente, apresenta menor rendimento de grãos em relação ao semeado em sucessão a leguminosas (SÁ, 1996; DA ROS & AITA, 1996; PAVINATO *et al.*, 1994; PÖTTKER & ROMAN, 1994). Isso é atribuído ao fato de que a adição de quantidades elevadas de resíduos culturais com alta relação C/N faz com que os microorganismos, para utilizarem o carbono na biosíntese e também como fonte de energia, imobilizem o N da palha e, inclusive, parte do N mineral do solo, diminuindo a sua disponibilidade à cultura subsequente (DA ROS & AITA, 1996).

Para compensar, recomenda-se a aplicação de doses mais elevadas de N na semeadura, para qualquer situação, com a finalidade de compensar a imobilização inicial causada pelos microorganismos (SÁ, 1993, COMISSÃO...1995). No entanto, a liberação de N de resíduos culturais para as espécies em sucessão depende da imobilização e da mineralização. Estes processos são influenciados pelo tipo de resíduo cultural (relação C/N), manejo de resíduos (incorporado/superfície), temperatura do solo, regime de água/aeração (AULAKH *et al.*, 1991), pH e pelo teor de nutrientes do solo (AITA, 1997). Em função disso, a resposta à aplicação de N na semeadura do milho deve se alterar em função do ambiente, tornando necessária a avaliação do manejo deste nutriente em ambientes com características diferentes.

Durante o crescimento inicial do milho, há pouca disponibilidade de N no sistema, principalmente quando em sucessão a gramíneas. Entretanto, a continuidade do processo de decomposição dos resíduos diminui a relação C/N do solo, uma vez que o carbono está sendo perdido na forma de CO₂ e

o nitrogênio conservado pela formação da massa celular microbiana (VICTORIA *et al.*, 1992). Neste sentido, a determinação da época de semeadura do milho, após a dessecação das coberturas de solo no inverno, poderá ser um manejo a ser adotado visando à implantação em épocas mais favoráveis, em que haja menor competição por N com os microorganismos.

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar, em dois locais, os efeitos de dose e época de aplicação de N no rendimento de grãos de milho, em sistema de semeadura direta, implantado em duas épocas após a dessecação de aveia preta e de ervilhaca comum e em área em pousio invernal.

MATERIAL E MÉTODOS

As descrições do solo, do clima e do procedimento experimental são as mesmas da 1ª parte deste trabalho.

As áreas onde foram locados os experimentos estão sendo cultivadas em sistema de semeadura direta há três anos. Em Eldorado do Sul, nas estações de crescimento 1993/94, 1994/95 e 1995/96 foi estabelecida a sucessão aveia preta e milho. Em Passo Fundo, na estação de crescimento 1993/94 foram semeadas aveia preta e milho, em 1994/95 trigo e soja, e em 1995/96 aveia preta e soja.

As determinações realizadas foram rendimento, relação C/N e N total da massa seca da parte aérea das espécies de cobertura de solo no inverno, rendimento de grãos e acúmulo de N nos grãos de milho.

O rendimento da massa seca da parte aérea das espécies de cobertura de solo no inverno foi avaliado no estádio de floração, em duas épocas, sendo uma no dia da sua dessecação e a outra no dia da semeadura da segunda época do milho. Cada amostra foi composta pelos restos culturais da superfície em uma área de 0,5m² por subsubparcela. Posteriormente, as amostras foram colocadas a secar em estufa a ± 60°C até atingir peso constante, e extrapolando, por regra de três simples, o rendimento de massa seca para um hectare. A relação C/N da aveia e da ervilhaca e dos restos culturais presentes nos tratamentos correspondentes ao pousio invernal foi obtida nas mesmas amostras utilizadas para avaliação de massa seca. Nas amostras moídas, foram determinados os teores de C e N pelos métodos descritos em TEDESCO *et al.* (1985).

O rendimento de grãos de milho foi obtido através da extrapolação da produção da área útil das subsubparcelas (7m²) para um hectare, considerando-se a umidade padrão de 13%. A quantidade de N acumulada nos grãos foi obtida multiplicando-se a

produção de grãos por planta pelo teor de N nos grãos. O teor de N nos grãos foi determinado de acordo com metodologia descrita em TEDESCO *et al.* (1985).

Os dados de rendimento de grãos e de acúmulo de N nos grãos foram submetidos à análise de variância complexa. A comparação entre médias foi realizada através do teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade. Na análise conjunta dos locais, considerou-se o local como fator aleatório. A estimativa dos componentes de variância foi obtida de acordo com regra de Hicks (RIBOLDI, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de N na semeadura somente foi benéfica em Eldorado do Sul, aumentando, na média dos dois tratamentos, o rendimento de grãos em 19, 7 e 8%, respectivamente, em sucessão à aveia, à ervilhaca e ao pousio invernial, em relação ao tratamento com todo o N em cobertura (tabela 1). Esta resposta diferencial entre os locais pode ser atribuída ao maior teor de matéria orgânica do solo de Passo Fundo (3,4%) em relação ao de Eldorado do Sul (2,2%). Em Passo Fundo, as necessidades iniciais de N do milho foram provavelmente supridas através do processo de mineralização basal.

Outro fator que pode ter determinado a falta de resposta à aplicação de N, na semeadura em

Passo Fundo, relaciona-se ao sistema de rotação de culturas utilizado anteriormente. Nos últimos dois anos agrícolas, foi cultivada soja no verão, que deve ter contribuído para aumentar os teores de N no solo (MUZILLI & OLIVEIRA, 1992). Já em Eldorado do Sul, desde o início da implantação do sistema de semeadura direta, foi estabelecida a sucessão aveia preta e milho. Esta seqüência de culturas, por ser composta apenas por gramíneas e, portanto, implicar adição de resíduos de alta relação C/N, contribuiu para diminuir ou manter baixos os teores de N no solo neste local.

A resposta à aplicação de N na semeadura do milho, em Eldorado do Sul, na área em pousio invernial, mesmo na ausência de resíduos vegetais, pode ser atribuída ao baixo teor de matéria orgânica do solo. Nesta condição, foi disponibilizada pequena quantidade de N ao solo, não atendendo às necessidades iniciais da cultura. Este resultado evidencia que, em solos com baixo teor de matéria orgânica, é necessária a aplicação de N na semeadura para prevenir a deficiência de N na fase inicial de crescimento do milho.

O aumento da quantidade de N na semeadura do milho de 30 para 60kg/ha de N não resultou em acréscimo no rendimento de grãos, independentemente do fator estudado (tabela 1). Isso indica que, mesmo nas condições de Eldorado do Sul, onde houve resposta à aplicação de N na semeadura, o

Tabela 1 - Análise conjunta do rendimento de grãos de milho (kg ha⁻¹) em semeadura direta em dois locais do RS, em sucessão à aveia preta, à ervilhaca comum e ao pousio invernial, em quatro sistemas de manejo de nitrogênio (N), na média das épocas de semeadura após a dessecação das espécies de cobertura de solo no inverno. 1996/97.

Doses de N (kg/ha)		Eldorado do Sul			Passo Fundo		
Semeadura	Cobertura*	Aveia	Ervilhaca	Pousio	Aveia	Ervilhaca	Pousio
0	0	b B 2784 c**	b A 5419 c	a A 5360 c	a B 4948 b	a A 6466 c	b C 3521 b
0	160	b B 6541 b	a A 9187 b	a A 8998 b	a AB 9292 a	a A 9774 a	a B 8526 a
30	130	b B 7755 a	a A 9674 a	a A 9609 a	a A 8950 a	a A 9006 b	a A 8626 a
60	100	b B 7816 a	a A 9995 a	a A 9758 a	a AB 9094 a	a A 9762 a	b B 8439 a

*Aplicado em duas doses iguais, nos estádios de 3-4 folhas e de 6-7 folhas completamente desenvolvidas de milho.

**Médias que são seguidas pela mesma letra minúscula na coluna comparam sistemas de manejo de N dentro de coberturas; antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha comparam coberturas de inverno dentro de ambientes; letras minúsculas em superescrito comparam ambientes dentro de coberturas de solo no inverno e não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade.

aumento da dose de N na semeadura além de 30kg/ha não é necessária. Com o aumento da dose de N na semeadura, não se constataram sintomas visuais de injúrias às plantas e nem redução no rendimento de grãos, diferentemente do observado por SÁ (1989).

Em sucessão à aveia, o atraso da época de semeadura do milho em 20 dias somente foi eficiente nas condições de Eldorado do Sul (tabela 2), aumentando o rendimento de grãos em 34%. Este resultado pode estar relacionado ao fato de que a continuidade do processo de decomposição dos resíduos de aveia diminui a relação C/N do solo, determinando o desenvolvimento do milho em época com menor competição por N (VICTORIA *et al.*, 1992). A relação C/N dos resíduos de aveia diminuiu pouco com o atraso na época de semeadura, porém a quantidade presente na segunda época de semeadura foi 23% inferior a da primeira (tabela 3). No processo de decomposição, a menor quantidade de resíduo na semeadura, realizada 20 dias após a dessecação, proporcionou menor competição por N na primeira época. Este efeito refletiu-se na quantidade de N acumulada nos grãos de milho, que foi maior na segunda época de implantação (tabela 4).

Alguns trabalhos demonstram decréscimo no rendimento de grãos de milho quando implantado imediatamente sobre os resíduos culturais de espécies de inverno, principalmente de gramíneas (RUEDELL, 1995; RAIMBAULT *et al.*, 1991). Estas reduções são atribuídas principalmente ao efeito da alta relação C/N. No entanto, alguns pesquisadores atribuem a diminuição no rendimento de grãos de milho ao efeito alelopático (HERNANI *et al.*, 1995; ROMAN & DIDONET, 1990; ALMEIDA

& RODRIGUES, 1985; RICE, 1974), e recomendam a sua semeadura em torno de 20-30 dias após a dessecação, para evitar possíveis efeitos alelopáticos (RUEDELL, 1995).

As diferenças no rendimento de grãos de milho entre as épocas de semeadura, após a dessecação em Eldorado do Sul, devem ser atribuídas, principalmente, ao efeito da cobertura da aveia, e não à época diferencial de semeadura da cultura, pois o rendimento de grãos foi semelhante entre as épocas na área com pousio invernal (tabela 2).

A falta de resposta à época de semeadura após a dessecação da aveia em Passo Fundo pode ser atribuída à maior capacidade do solo em suprir N, que foi suficiente para atender à demanda dos microorganismos e da planta. Isso se refletiu na quantidade de N acumulada nos grãos, que não diferiu entre as épocas de semeadura (tabela 4).

O efeito da época de semeadura, após a dessecação, sobre o rendimento de grãos de milho em sucessão à ervilhaca variou em função do local. Em Eldorado do Sul, o atraso na época de semeadura foi benéfico ao rendimento, aumentando-o em 7%, na média dos sistemas de manejo de N (tabela 2). Este aumento pode ser atribuído, principalmente, ao fato de que durante o processo de decomposição de resíduos de ervilhaca, na primeira época, tenha diminuído a quantidade de N no sistema. Os microorganismos que atuam na decomposição se multiplicam gradativamente, produzindo CO₂ em grande quantidade e reduzindo, conseqüentemente, os níveis de N no solo. Este efeito é tanto mais pronunciado quanto menor é a capacidade do solo em suprir N (AITA, 1997). A diminuição do N no solo na primeira época refletiu-se na quantidade de N acu-

Tabela 2 - Análise conjunta do rendimento de grãos de milho (kg ha⁻¹) em semeadura direta em dois locais do RS, em sucessão à aveia preta, à ervilhaca comum e ao pousio invernal, em duas épocas de semeadura após a dessecação das espécies de cobertura de solo no inverno, na média dos sistemas de manejo de nitrogênio. 1996/97.

Época de semeadura	Eldorado do Sul			Passo Fundo		
	Aveia	Ervilhaca	Pousio	Aveia	Ervilhaca	Pousio
após dessecação						
1 dia	b B 5311 b*	b A 8294 b	a A 8495 a	a B 8017 a	a A 9428 a	b C 7472 a
20 dias	b B 7136 a	a A 8844 a	a A 8368 a	a A 8124 a	b A 8076 b	b B 7084 a

*Médias que são seguidas pela mesma letra minúscula na coluna comparam épocas de semeadura após dessecação das coberturas dentro de coberturas, antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha comparam coberturas de inverno dentro de ambientes; letras minúsculas em sobrescrito comparam ambientes dentro de coberturas de solo no inverno e não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Rendimento de massa seca, relação C/N e N total da parte aérea das espécies de cobertura de solo no inverno, em dois locais do Rio Grande do Sul e em duas épocas após a dessecação, 1996.

Coberturas de solo no inverno	Eldorado do Sul		Passo Fundo	
	Época de semeadura após dessecação		Época de semeadura após dessecação	
	1 dia	20 dias	1 dia	20 dias
----Rendimento de massa seca (t ha ⁻¹)-----				
Aveia preta	6,5	5,0	5,8	3,3
Ervilhaca comum	2,1	0,8	4,3	2,2
Pousio invernal	0,0	0,0	2,9	1,3
-----Relação C/N-----				
Aveia preta	36	34	45	40
Ervilhaca comum	15	.*	18	23
Pousio invernal	.*	.*	32	33
-----N total (kg ha ⁻¹)-----				
Aveia preta	75	33	58	36
Ervilhaca comum	58	.*	95	39
Pousio invernal	.*	.*	39	17

*Não determinado.

mulada nos grãos (tabela 4). Houve maior acúmulo de N nos grãos na segunda época de semeadura, devido, provavelmente, à menor imobilização de N pelos microorganismos, visto que a quantidade de resíduos de ervilhaca presente nesta época era pequena (tabela 3).

Em Passo Fundo, houve decréscimo de 14% no rendimento de grãos com o atraso de 20 dias na época de semeadura. Isso se deve ao pequeno efeito da imobilização microbiana na primeira época, em consequência da maior capacidade do solo em suprir N. O maior teor de N no solo aumentou a taxa de decomposição de resíduos, resultando em rápida liberação de N dos restos culturais da ervilhaca. Neste sentido, a semeadura 1 dia após a dessecação mostrou-se vantajosa, pela maior disponibilidade de N no solo. A quantidade de N acumulada nos grãos de milho demonstra este efeito, sendo maior na primeira época em relação à segunda (tabela 4).

Em sucessão à área de pousio invernal, não houve efeito da época de semeadura, após a dessecação, sobre o rendimento de grãos de milho, nos dois locais e nas duas épocas de semeadura (tabela 2). Isso ocorreu, provavelmente, devido ao

fato de que as variações hídricas, de temperatura e de radiação solar entre a primeira e a segunda época de semeadura terem sido pequenas, não sendo suficientes para afetar o rendimento de grãos.

Ao se avaliar o efeito de locais, constatou-se que o efeito prejudicial dos restos culturais da aveia sobre o rendimento de grãos de milho foi maior em Eldorado do Sul do que em Passo Fundo, na média das épocas de semeadura. Em todos os sistemas de manejo de N, os maiores rendimentos foram obtidos em Passo Fundo (tabela 1). Na média de épocas de semeadura, após a dessecação, e de sistemas de manejo de N, o rendimento de grãos em Eldorado do Sul foi 30% inferior ao obtido em Passo Fundo. O menor rendimento de grãos de milho em Eldorado do Sul pode ser atribuído ao maior rendimento de massa seca de aveia preta (tabela 3) e ao menor teor de nitrogênio do solo. Em consequência, houve baixa decomposição dos restos culturais de aveia, prolongando o efeito inibidor da palha sobre a planta de milho. Em solos com baixos teores de N mineral, pode haver limitações no crescimento microbiano e, portanto, na decomposição da palha (AITA, 1997). A baixa taxa de decomposição dos resíduos de aveia e, consequentemente, a baixa liberação de N dos seus resíduos, refletiu-se na quantidade de N acumulada nos grãos, nas duas épocas de semeadura, após a dessecação (tabela 4).

Em sucessão à ervilhaca, constatou-se que apenas no tratamento sem aplicação de N houve diferença entre locais no rendimento de grãos de milho, sendo 16% superior em Passo Fundo (tabela 1). Isso pode ser atribuído ao maior rendimento de massa seca da ervilhaca comum (tabela 3) e ao maior teor de matéria orgânica no solo verificados neste local.

Diferentemente do observado em sucessão à aveia e à ervilhaca, os maiores rendimentos de grãos de milho em sucessão ao pousio invernal foram obtidos em Eldorado do Sul, nas duas épocas de semeadura, após a dessecação (tabela 2). O menor rendimento de grãos obtido em Passo Fundo pode estar associado a maior quantidade de resíduos vegetais na superfície do solo nos tratamentos correspondentes ao pousio invernal em relação a Eldorado do Sul (tabela 3). Esses resíduos possuíam alta relação C/N (tabela 3). Isto possibilitou que os microorganismos utilizassem no processo de decomposição grande quantidade do N presente no solo, diminuindo a sua disponibilidade na fase inicial de crescimento do milho.

Ao se avaliar o efeito de espécies de cobertura de solo no inverno em cada local, constatou-se que nas condições de Eldorado do Sul, o rendimento de grãos de milho em sucessão à aveia foi inferior ao obtido em sucessão à ervilhaca e ao pou-

Tabela 4 - Análise conjunta da quantidade de nitrogênio (N) total acumulada nos grãos de milho (mg planta^{-1}) em semeadura direta, em dois locais do estado do RS, em sucessão à aveia preta, à ervilhaca comum e ao pousio invernial e em duas épocas de semeadura após a dessecação das espécies de cobertura de solo no inverno, na média de sistemas de manejo de N. 1996/97.

Época de semeadura após dessecação	Eldorado do Sul			Passo Fundo		
	Aveia	Ervilhaca	Pousio	Aveia	Ervilhaca	Pousio
1 dia	b B 665 b*	b A 1307 b	a A 1369 a	a B 1514 a	a A 1972 a	a B 1470 a
20 dias	b B 1091 a	a A 1631 a	a B 1420 a	a AB 1604 a	a A 1649 b	a B 1466 a

*Médias que são seguidas pela mesma letra minúscula na coluna comparam épocas de semeadura após dessecação das coberturas dentro de coberturas; antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha comparam coberturas de inverno dentro de ambientes; letras minúsculas em superescrito comparam ambientes dentro de coberturas de solo no inverno e não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade.

sio invernial, independente do sistema de manejo de N e da época de semeadura após a dessecação (tabelas 1 e 2). Esse resultado demonstrou que mesmo com a adição de 160kg/ha de N, o rendimento de grãos de milho em sucessão à aveia não foi potencializado em relação aos verificados em sucessão à ervilhaca e à área em pousio invernial. Em Passo Fundo, o rendimento de grãos de milho nos tratamentos com N em sucessão à aveia foi similar ao obtido em sucessão à ervilhaca (tabela 1). Sem aplicação de N, o rendimento de grãos de milho foi superior em sucessão à ervilhaca. Isso indica que a aplicação de 160kg/ha de N maximizou o rendimento em Passo Fundo, independentemente da época de aplicação de N.

O rendimento de grãos de milho na área em pousio invernial em Passo Fundo foi inferior ao obtido em sucessão às duas espécies de cobertura de solo no inverno, nas duas épocas de semeadura após a dessecação (tabela 2) e nos quatro sistemas de manejo de N (tabela 1). O menor rendimento de grãos de milho obtido na área em pousio invernial em relação, principalmente, ao obtido em sucessão à aveia neste local não correspondeu à expectativa, pois o rendimento e a relação C/N da massa seca da aveia foram superiores aos dos resíduos vegetais da área em pousio invernial (tabela 3). Provavelmente, o maior rendimento de grãos de milho em sucessão à aveia em relação ao pousio invernial deveu-se à maior contribuição de N dos restos culturais de aveia (tabela 3). Esse efeito foi observado na quantidade de N acumulada nos grãos de milho que foi superior em sucessão à aveia em relação ao pousio invernial (tabela 4).

CONCLUSÕES

A resposta da aplicação de N sobre o rendimento de grãos de milho em semeadura direta depende do local, da espécie de cobertura de solo no inverno e da época de semeadura após a dessecação.

A aplicação de N na semeadura do milho é vantajosa somente em Eldorado do Sul, onde os teores de matéria orgânica são mais baixos que em Passo Fundo.

O aumento na dose de N na semeadura do milho de 30 para 60kg/ha não se constituiu em uma estratégia eficiente para compensar a redução do rendimento de grãos de milho em sucessão à aveia preta, em Eldorado do Sul.

Somente em Eldorado do Sul, o atraso de 20 dias na época de semeadura do milho, após dessecação da aveia preta, constituiu-se em prática benéfica, aumentando o rendimento de grãos.

O rendimento de grãos de milho em sucessão à aveia preta não é potencializado em relação ao obtido em sucessão à ervilhaca nas condições de Eldorado do Sul, mesmo com a aplicação de 160kg/ha de N. Em Passo Fundo, o rendimento de grãos obtido em sucessão à aveia é similar ao em sucessão à ervilhaca comum.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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: Pallotti, 1997. p. 76-111.

- AULAKH, M.S., DORAN, J.W., WALTERS, D.T. *et al.* Crop residue type and placement effects on denitrification and mineralization. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 55, n. 4, p. 1020-1025, 1991.
- ALMEIDA, F.S., RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina: IAPAR, 1985. 468 p.
- CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L.T. ; CANTARELLA, H.. 1993. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 147-198.
- CERETTA, C.A., AITA, C. BRAIDA, J.A. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 215-220, 1994.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1995. 224 p.
- DA ROS, A.O., AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 135-140, 1996.
- HERNANI, L.C., ENDRES, V.C., PITOL, C. *et al.* **Adbos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1995. 93 p. (EMBRAPA-CPAO, Documento, 4)
- HIROCE, R., FURLANI, A.M.C., LIMA, M. **Extração de nutrientes na colheita por populações e híbridos de milho**. Campinas: Instituto Agronômico, 1989. 24 p. (Boletim Científico, 17).
- MASKINA, M.S., POWER, J.F., PORAN, J.W. *et al.* Residual effects of no-till crop residues on corn yield on nitrogen uptake. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, n. 6, p. 1555-1560, 1993.
- MUZILLI, O., OLIVEIRA, E.L. **O milho no Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agronômico do Paraná, 1992. Nutrição e adubação: p. 88-95. (Circular, 29).
- PAVINATO, A., AITA, C., CERETTA, C.A. *et al.* Resíduos culturais de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema cultivo mínimo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 427-432, 1994.
- PÖTTKER, D., ROMAN, E.S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 763-770, 1994.
- RAIMBAULT, B.A., VYN, T.J., TOLLENAAR, M. Corn response to rye cover crop, tillage methods, and planter options. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n. 2, p. 287-290, 1993.
- RANELIS, N.N., WAGGER, M.G. Crimson clover management to enhance resseeding and no-till corn grain production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 1, p. 62-67, 1993.
- RIBOLDI, J. **Delineamentos experimentais de campo, Parte 1**. Porto Alegre: Instituto de Matemática da UFRGS, 1993. 78 p. (Cadernos de matemática e estatística).
- RICE, E.L. **Allelopathy**. New York: Academi, 1974. 433 p.
- ROMAN, E.S., DIDONET, A.D. **Controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto de trigo e soja**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1990. 32 p. Circular Técnica, 2.
- RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: Convênio FUNDACEP, BASF, FECOTRIGO, 1995. 134 p.
- SÁ, J.C.M. de. **Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema de plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 24 p.
- SÁ, J.C.M. de. Aspectos fisiológicos e adubação nitrogenada. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 3, p. 18-22, 1995.
- SÁ, J.C.M. de. Manejo de fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMBRAPA-CNPT, FUNDACEP, FECOTRIGO *et al.* (coord.). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 41-47.
- SÁ, J.C.M. de. Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio na produção de milho, após resteva de aveia-preta (*Avena stri-gosa*), sob plantio direto. In: FUNDAÇÃO ABC. **Resultados de Pesquisa 88/89**. Castro: FUNDAÇÃO ABC, 1989. Boletim Técnico, 4.
- SANTOS, H.P.dos, PÖTTKER, D. Rotação de culturas. XX. Efeito de leguminosas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agrônômicas do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 11, p. 1647-1654, 1990.
- TEDESCO, M.J., VOLKSWEISS, S.J., BOHEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1985. 188 p. (Boletim Técnico, 5).
- VICTORIA, R.L., PICCOLO, M.C., VARGAS, A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M., NEVES, M.C.P. (Coord.) **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 105-120.