

## Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto

### Timing and methods of nitrogen application for corn under no-tillage

Delmar Pöttker<sup>1</sup> Sírío Wiethölter<sup>1</sup>

#### RESUMO

O milho (*Zea mays* L.), no sistema plantio direto, frequentemente é cultivado após cereais de inverno. Durante a decomposição de resíduos culturais, pode ocorrer imobilização de nitrogênio (N) e limitação do desenvolvimento da cultura. Visando avaliar métodos de manejo de N sobre a produtividade de milho, cinco experimentos foram conduzidos, durante o período 1997 a 2002, sob sistema plantio direto. Aveia preta (*Avena strigosa* Schriebl) foi cultivada como cultura de cobertura precedendo o milho, tendo sido dessecada no estádio de antese. O delineamento experimental dos experimentos foi blocos ao acaso, com quatro repetições e com número de tratamentos de 8 a 12. O N foi aplicado em diferentes modos (na superfície, a lanço, e incorporado em linhas) e épocas (em pré-semeadura, na semeadura e na semeadura + cobertura), em dose única de 100kg ha<sup>-1</sup>, na forma de uréia. No primeiro ano de avaliação (1997/98), ocorreu elevada precipitação pluvial, observando-se rendimentos de grãos maiores nos tratamentos em que o N foi aplicado na semeadura e cobertura, enquanto os demais tratamentos conferiram rendimentos inferiores e semelhantes entre si. Nas safras seguintes, com menor precipitação pluvial do que em 1997/98, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos com aplicação antecipada de N e naqueles com adubação em cobertura, exceto na safra 2000/2001, nos tratamentos com aplicação em pré-semeadura a lanço. Considerando o efeito médio dos tratamentos, observou-se que a aplicação de N alguns dias após a dessecação de aveia preta, totalmente no momento da semeadura de milho, ou na semeadura e em cobertura são práticas viáveis no sistema plantio direto. A incorporação de N em relação à aplicação a lanço, tanto em pré-semeadura, na semeadura ou em cobertura, proporcionou, em média, acréscimos de 5% no rendimento de grãos de milho.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, uréia, resíduos de aveia preta.

#### ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is usually cultivated after winter cereals under no-tillage in southern Brazil. During the decomposition of plant residues, nitrogen (N) can be immobilized and limit plant growth. In order to evaluate the effect of timings

and methods of N application on corn yields, five experiments were carried out from 1997 to 2002, under no-tillage. Black oat (*Avena strigosa* Schriebl) was used as a preceding cover crop, being desiccated at anthesis. Randomized blocks were used as experimental design, with four replications, and 8 to 12 treatments. N was applied to the soil by different methods (on the surface, broadcasted, and incorporated) and timing (before seeding, at seeding, and at seeding + topdressing), at the rate of 100kg ha<sup>-1</sup>, as urea. At the first year (1997/98), a very high amount of rain fell during the months of September and October, before and shortly after corn emergence. In this season, higher grain yield was obtained by the treatments with topdressed N than by all other treatments, which were lower and similar among themselves. In the subsequent years, with less rainfall, no significant differences were observed among treatments, except in the 2000/2001 season, for the treatments in which N was broadcasted before seeding. Considering the average yield, no differences were observed among the timings of N application. On the average, incorporation of N, at any of the three timings of N application, indicated a tendency to generate about 5% higher grain yields than soil surface application.

**Key words:** *Zea mays*, urea, residues of black oat.

#### INTRODUÇÃO

Para obter rendimentos elevados de milho (*Zea mays* L.), é necessário aplicar fertilizante nitrogenado, pois os solos, em geral, não suprem a demanda da cultura em termos de nitrogênio (N) nos diversos estádios de desenvolvimento da planta. A época de aplicação de N pode variar, sendo comum a aplicação, na semeadura, de parte do N recomendado, e o restante em cobertura, quando as plantas apresentam de 4 a 8 folhas (ESCOSTEGUY et al., 1997). Nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, recomenda-se aplicar de 20 a 30kg ha<sup>-1</sup> de

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, PhD., Pesquisador da Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. *In memoriam*.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, PhD., Pesquisador da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, CP 451, 99001-970, Passo Fundo, RS. E-mail: airiow@cnpq.embrapa.br. Autor para correspondência.

N na semeadura, para cultivo sobre resíduos de gramíneas, e de 10 a 15kg ha<sup>-1</sup> de N para cultivo sobre resíduos de leguminosas. O restante da dose é aplicada em cobertura, dependendo da expectativa de rendimento e do teor de matéria orgânica do solo (COMISSÃO ..., 1995).

A eficiência da aplicação de N previamente à semeadura do milho foi estudada por diversos autores (SÁ, 1996; DA ROS et al., 1999; PAULETTI & COSTA, 2000; CERETTA et al., 2000). Todos verificaram pouca diferença entre as épocas de aplicação de N, mas CERETTA et al. (2000) alertaram que a aplicação antecipada à semeadura pode comprometer o rendimento de grãos em ano de elevada precipitação pluvial na fase inicial de desenvolvimento da cultura. Ao estudarem formas para manejar a aplicação de N em milho, encontraram que a produtividade diminuiu à medida que o N, que seria aplicado em cobertura, foi aplicado no afilamento da aveia preta cultivada antes do milho.

A aplicação de N em uma única época (em pré-semeadura ou na semeadura) pode resultar em acúmulo de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo nos estádios iniciais de desenvolvimento de milho (BASSO & CERETTA, 2000), pois a demanda total da planta é pequena na fase inicial de desenvolvimento. Já no período usual de aplicação de N em cobertura (4 a 8 folhas) a absorção de N pelas plantas é mais intensa. A aplicação, antes ou no momento da semeadura, de todo o N recomendado para a cultura de milho, tem como principal objetivo aumentar a disponibilidade de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura e, assim, reduzir o efeito da imobilização de N pelos microrganismos do solo ao decomporem resíduos culturais de alta relação C/N. BASSO & CERETTA (2000) verificaram, no decorrer do desenvolvimento da cultura, aumento do teor de nitrato no solo resultante da aplicação de fertilizante nitrogenado em pré-semeadura ou na semeadura.

O N pode ser aplicado ao solo por diferentes métodos. Os mais usados são a aplicação a lanço na superfície do solo e a incorporação em linhas. Quando a fonte de N é uréia e não ocorrer chuva nos primeiros dias após a aplicação, a incorporação ao solo pode ser importante, pois pode ocorrer formação de amônia e sua liberação para a atmosfera. LARA CABEZAS et al. (2000) observaram maiores perdas de NH<sub>3</sub> derivado da uréia quando ela foi aplicada na superfície do solo em comparação com a sua incorporação ao solo na cultura do milho. Os autores estimaram que pode haver redução no rendimento de grãos de milho devido à volatilização de N-NH<sub>3</sub>, na proporção de 10kg ha<sup>-1</sup> de grãos para cada 1% de N volatilizado.

Considerando que a sucessão aveia preta-milho é comum no sistema plantio direto e que, em geral, a produtividade de milho é altamente dependente do aporte de N, objetivou-se determinar o efeito da aplicação de N a lanço ou incorporado ao solo, em pré-semeadura, semeadura e semeadura + cobertura, no rendimento de grãos de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos cinco experimentos durante o período 1997 a 2002, em área do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, RS. O solo das áreas experimentais é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 1999), com teor de matéria orgânica variando de 36 a 40g dm<sup>-3</sup> na profundidade de 0 a 20cm. Os experimentos foram conduzidos em cinco locais diferentes, usando-se o delineamento de blocos ao acaso e quatro repetições, sendo composto por 8 tratamentos em 1997/98, 9 em 1998/99 e 12 nos anos seguintes. Os tratamentos foram arrançados no esquema fatorial (épocas vs modos de aplicação de N). A cultura de cobertura de solo no inverno foi aveia preta, sendo adubada com 45kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia. Os tratamentos incluíram aplicações de N antes da semeadura (geralmente 10 dias após a dessecação da aveia), aplicações na semeadura e na semeadura + cobertura (Tabela 1). Alguns tratamentos envolveram aplicação a lanço na superfície, e outros, incorporação na linha de semeadura. Em todos os tratamentos, exceto na testemunha, aplicaram-se 100kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia.

A semeadura foi realizada com semeadora de parcelas equipada com duas linhas de semeadura. A dimensão das parcelas foi 10m de comprimento e 5,4m de largura (seis fileiras espaçadas de 0,9m). Visando obter população uniforme de plantas, realizou-se desbaste para 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>. As datas das principais operações realizadas no campo, assim como os híbridos de milho utilizados, constam na tabela 1, na qual se verifica que as semeaduras foram realizadas em setembro e outubro e as colheitas em março e abril.

No estádio de maturação dos grãos, foram colhidas as duas fileiras centrais de cada parcela. Os grãos foram secados e pesados, sendo o rendimento ajustado para umidade nos grãos de 130g kg<sup>-1</sup>. A análise estatística foi realizada empregando-se o programa SAS (1993), tendo as médias sido comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

Tabela 1 - Datas de realização das principais práticas de campo e híbridos de milho usados nos experimentos. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Nº Exp.	Safra	Dessecação de aveia-preta	Aplicação de N em pré-semeadura	Semeadura de milho	Desbaste de milho	Adubação em cobertura	Colheita	Híbrido de milho
1	1997/1998	30/08/1997	08/09/1997	18/09/1997	30/10/1997	07/11/1997	12/3/1998	XL-203
2	1998/1999	10/09/1998	01/10/1998	08/10/1998	11/11/1998	17/11/1998	15/3/1999	XL-212
3	1999/2000	23/09/1999	06/10/1999	21/10/1999	29/11/1999	03/12/1999	24/4/2000	XL-344
4	2000/2001	20/09/2000	29/09/2000	09/10/2000	18/11/2000	24/11/2000	02/4/2001	XL-212
5	2001/2002	25/09/2001	11/10/2001	19/10/2001	27/11/2001	28/11/2001	10/4/2002	DKB-747

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de matéria seca de aveia preta

Na tabela 2, constam os dados de rendimento de matéria seca (MS) de aveia preta e seu teor de N. Verificou-se que a produção mais elevada (4,7 t ha<sup>-1</sup>) foi obtida no ano de 2000. Na média dos anos, a produção ficou ao redor de 3,5 t ha<sup>-1</sup>. Não houve relação entre o rendimento médio de milho de dois tratamentos com N antecipado (tratamentos 3 e 4 da Tabela 3) e a quantidade de MS produzida pela aveia preta, pois a resposta média ao N aplicado, em relação à testemunha, nesses tratamentos foi de 35; 55; 48 e 15%, respectivamente, nos anos de 1998/99, 1999/00, 2000/01 e 2001/02. A MS produzida pela aveia preta também não se relacionou com a resposta ao N nos tratamentos com adubação em cobertura (tratamentos 11 e 12 da Tabela 3), onde a resposta média foi de 37, 59, 53 e 17 %, respectivamente, nos mesmos anos. Dessa forma, o rendimento médio de grãos, em cada safra, foi mais afetado pelas condições climáticas do que pela MS produzida pela aveia preta.

### Épocas de aplicação de N

Os dados de rendimento de grãos de milho são apresentados na tabela 3, na qual se constata que, com exceção dos anos agrícolas 1997/98 e 2000/01, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com aplicação antecipada de N e aqueles com adubação em cobertura.

Conforme indicado na tabela 4, em 1997/98 ocorreu elevada precipitação nos meses de outubro e novembro (ano de ocorrência do evento meteorológico El Niño), tendo o maior rendimento de grãos de milho sido obtido nos dois tratamentos que receberam adubação em cobertura, enquanto todos os demais tratamentos apresentaram rendimentos estatisticamente inferiores e semelhantes entre si. Como não ocorreu déficit hídrico em todo o período de cultivo do milho, os resultados obtidos podem ser atribuídos à disponibilidade de N, proporcionada pelos

diversos tratamentos, conforme relatam BASSO & CERETTA (2000) e MUZILLI & OLIVEIRA (1982). Devido à elevada precipitação em outubro e novembro, é provável que perdas de N ocorreram, pelo processo de lixiviação de nitrato (BASSO & CERETTA, 2000) ou por denitrificação (TORBERT et al., 1993), nos tratamentos com N aplicado em pré-semeadura e na semeadura. Segundo BORTOLINI et al. (2001), o excesso de chuva (ou de irrigação) é prejudicial ao milho, principalmente quando a aplicação de N é antecipada para o período de pré-semeadura. No experimento, verificou-se que a precipitação pluvial entre a semeadura do milho e a data da adubação de cobertura, foi muito elevada (843,4mm). Por isso, a aplicação de N na semeadura e em cobertura (método padrão) ocasionou acréscimo médio de 28 % no rendimento de grãos de milho, em relação à média dos outros tratamentos.

No ano agrícola 1998/99 (ano de ocorrência do evento meteorológico La Niña), todos os tratamentos que receberam N apresentaram rendimento de grãos semelhante, diferindo apenas da testemunha (sem N). No ano agrícola 1999/00, também de precipitação pluvial abaixo da normal nos primeiros 60 dias da cultura, todos os tratamentos apresentaram rendimento similar, exceto os tratamentos 1 e 7. Na

Tabela 2 - Matéria seca (M. S.) e teor de N da aveia preta utilizada no experimento e quantidade de N na matéria seca, antes da dessecação. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Ano	M S	Teor de N	N na planta
	kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
1997	3.280	17,5	57
1998	2.950	21,6	64
1999	3.065	22,2	68
2000	4.773	20,5	98
2001	3.646	15,8	58
Média	3.543	19,5	69

Tabela 3 - Efeito de época e método de aplicação de N no rendimento de grãos de milho cultivado sobre resíduos de aveia-preta. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 1997-2002.

Nº Trat.	Época e método de aplicação de N			Safras					Média
	Pré-semeadura <sup>1</sup>	Plantio	Cobertura	0	1997/1998 <sup>2</sup>	1998/1999 <sup>3</sup>	1999/2000	2000/2001	
----- kg N ha <sup>-1</sup> -----			----- kg grãos há <sup>-1</sup> -----						
1	0	0	0	-	6.556 b	4.736 c	6.417 e	5.843 d	5.888
2	100	0	0	-	-	7.407 ab	-	-	7.407
	Lanço <sup>4</sup>								
3	100 Lanço	0	0	6.404 bc	8.604 a	7.320 ab	9.078 d	6.502 c	7.582
4	100 Linha <sup>5</sup>	0	0	6.897 b	9.148 a	7.383 ab	9.937 abc	6.940 abc	8.061
5 <sup>6</sup>	70 Lanço	30 Linha	0	6.170 c	9.087 a	7.464 a	9.128 cd	7.105 ab	7.791
6 <sup>6</sup>	70 Linha	30 Linha	0	6.653 bc	9.313 a	7.708 a	10.240 a	7.306 a	8.244
7	30 Lanço	70 Lanço	0	-	-	6.742 b	9.270 bcd	6.573 bc	7.528
8	30 Lanço	70 Linha	0	-	-	-	9.580 bcd	6.993 abc	8.286
9	30 Lanço	30 Linha	40	-	-	7.296 ab	9.997 ab	7.201 a	8.165
			Lanço						
10	30 Lanço	0	70	-	-	7.316 ab	9.253 bcd	6.954 abc	7.841
			Lanço						
11 <sup>7</sup>	0	30 Linha	70	8.128 a	8.880 a	7.872 a	9.619 abcd	6.692 bc	8.238
			Lanço						
12 <sup>7</sup>	0	30 Linha	70 Linha	8.534 a	9.133 a	7.192 ab	9.972 ab	6.974 abc	8.361
13	0	100 Lanço	0	6.538 bc	9.106 a	-	8.914 d	6.775 abc	7.833
14	0	70 <sup>8</sup> +30 Linha	0	6.354 bc	9.260 a	7.398 ab	-	-	7.671
	Média			6.960	8.787	7.153	9.284	6.822	7.801
	DMS			793	941	833	852	613	-
	CV %			6,8	6,4	6,9	5,4	5,3	-

<sup>1</sup>Após a dessecação da aveia.

<sup>2</sup>Ocorrência do evento meteorológico El Niño.

<sup>3</sup>Ocorrência do evento meteorológico La Niña.

<sup>4</sup>Aplicação de N realizada 20 dias antes da dessecação da aveia preta.

<sup>5</sup>Incorporado ao solo em linhas distanciadas 45cm.

<sup>6</sup>Método proposto.

<sup>7</sup>Método usual.

<sup>8</sup>Na entrelinha.

safras 2000/2001, ocorreu a produtividade mais elevada de milho, tendo havido diferenças significativas entre tratamentos, quanto ao método de aplicação de N, nas aplicações feitas em pré-semeadura, mas não em relação às épocas de aplicação de N. Em 2001/02, período com baixa precipitação pluvial, principalmente em janeiro e fevereiro de 2002, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao rendimento de grãos, exceto aquele com N aplicado a lanço em pré-semeadura (tratamento 3), tratamentos 7 e 11 e testemunha (tratamento 1). Os dados relativos a essa safra devem ser interpretados com ressalvas, por ter havido redução no potencial produtivo da cultura de milho, motivada pela distribuição irregular de chuvas (somente 55mm no período de 15 dias antes e 15 dias após o pendoamento). No entanto, a tendência do efeito dos tratamentos foi semelhante à das demais safras. Assim,

em anos de precipitação próxima ou inferior à normal, poder-se-ia aplicar N em pré-semeadura, confirmando resultados obtidos por BASSO & CERETTA (2000). A dificuldade para implementar essa prática é prever qual a precipitação pluvial futura. Além disso, eventuais diferenças no desenvolvimento do milho, devido a aplicação de N em pré-semeadura, podem ter sido neutralizadas por eventos climáticos posteriores, como baixa precipitação pluvial no pendoamento do milho, em alguns anos do estudo. Deve ser considerado, ainda, que, em nenhum ano, o tratamento padrão (N na semeadura + cobertura) apresentou produtividade significativamente inferior à dos tratamentos com N aplicado em pré-semeadura ou totalmente na semeadura, demonstrando a eficácia da atual recomendação de N para milho. Ainda, os tratamentos com N na semeadura + cobertura produziram, em média, cerca de 6 % mais que aqueles

Tabela 4 - Precipitação pluvial ocorrida durante os períodos de execução dos experimentos. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Mês	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	Média de 30 anos
	mm					
Outubro	550,4	118,9	177,1	339,3	275,5	167,1
Novembro	339,9	68,5	118,6	164,2	116,5	141,4
Dezembro	235,5	122,5	131,1	159,9	194,1	161,5
Janeiro	231,0	125,3	143,6	212,5	96,0	143,4
Fevereiro	357,6	114,4	105,7	196,5	76,7	148,3
Março	229,9	65,5	267,4	110,5	356,8	121,3
Abril	342,2	188,3	76,1	118,4	135,9	118,2
Total	2286,5	803,4	1019,6	1301,3	1251,5	1001,2

com aplicação em pré-semeadura, enquanto BORTOLINI et al. (2001) encontraram acréscimo de 14 % no rendimento de grãos pela aplicação de 150kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura em relação à aplicação feita em pré-semeadura. Além disso, o aumento da quantidade de N na semeadura além dos 30kg ha<sup>-1</sup> recomendados (COMISSÃO...1995), também poderia gerar acréscimo de rendimento de grãos de milho (CERETTA et al., 2002), não havendo, portanto, vantagem com a aplicação de N em pré-semeadura.

Outras épocas de aplicação de N produziram resultados pouco promissores. O parcelamento da dose de N em três épocas (tratamento 9), embora tenha mostrado bons rendimentos de grãos, acarreta despesas adicionais para o agricultor. A aplicação de N cerca de 20 dias antes da dessecação da aveia preta (tratamento 2) não se mostrou viável, pois a aveia absorveu parte do N aplicado (dados não apresentados) e, segundo CERETTA et al. (2002), a substituição do N que seria aplicado em cobertura no milho pela aplicação no afilhamento da aveia preta reduziu o rendimento de grãos de milho, provavelmente porque ocorre pouca transferência de N contido nos resíduos culturais de aveia preta para o milho. Segundo DA ROS (1993), nos primeiros 30 dias de desenvolvimento de milho, apenas 34 % do N presente em resíduos de aveia preta foi liberado para o solo.

#### Métodos de aplicação de N

Na média dos cinco anos, o tratamento com incorporação de N, na dose de 100kg ha<sup>-1</sup>, aplicado na forma de uréia, em pré-semeadura (tratamento 4), produziu 6,3% mais que o tratamento com aplicação de N a lanço (tratamento 3). Contudo, a vantagem da incorporação de N mostrou-se bastante variável de ano para ano, resultando em ganho médio de 479 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de milho. Para os tratamentos que receberam parte do N aplicado em pré-semeadura

e parte na semeadura (tratamentos 5 e 6), a incorporação de N ao solo promoveu acréscimo no rendimento de grãos equivalente a 5,8%. Já a incorporação de 70kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura (tratamento 8) proporcionou incremento em rendimento de 4,6%, na média dos anos 2000/2001 e 2001/2002, em relação à média do tratamento com N aplicado a lanço, na superfície do solo (tratamento 7). O benefício da incorporação de N aplicado em cobertura foi igualmente constatado (tratamento 12 vs 11), exceto na safra 1999/2000, onde o efeito da incorporação foi negativo. O acréscimo de rendimento devido à incorporação foi, em média, de 1,5%, porém, se for desconsiderada a safra 1999/2000, o efeito favorável da incorporação de N foi de 3,9% para a aplicação em cobertura. Houve maior ganho em rendimento de grãos de milho, decorrente da incorporação de N, quando as aplicações do fertilizante nitrogenado foram realizadas em pré-semeadura ou na semeadura (tratamentos 3 e 4, 5 e 6), em comparação com o N aplicado em cobertura (tratamentos 11 e 12). Provavelmente isso esteja relacionado ao fato de, na época de aplicação de N em cobertura, o milho apresenta elevada demanda de N por unidade de área. Já nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura a demanda é máxima por unidade de segmento de raiz. A razão da menor produtividade observada nos tratamentos com aplicação superficial de N deve-se provavelmente à volatilização de amônia, como verificado por LARA CABEZAS et al. (1997), em milho. Contudo, as perdas de N na forma de amônia são muito dependentes das condições de solo e de chuvas que sucedem à aplicação de uréia. BANDEL et al. (1980) observaram que perdas de amônia derivadas da uréia aplicada na superfície de solos são pouco previsíveis em condições de campo. Sugeriram, então, para milho cultivado em plantio direto, a incorporação da uréia ao solo.

## CONCLUSÕES

A aplicação de N na semeadura e em cobertura proporcionou rendimento de milho estatisticamente semelhante às aplicações efetuadas em pré-semeadura e na semeadura.

Em safra com elevada precipitação nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho, a aplicação de N na semeadura e em cobertura ocasionou rendimento de milho superior à aplicação em pré-semeadura e na semeadura.

A incorporação do N ao solo aumentou o rendimento de milho em cerca de 5%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANDEL, V.A.; DZIENIA, S.; STANFORD, G. Comparison of N fertilizers for no-till corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, n.2, p.337-341, 1980.
- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.4, p.905-915, 2000.
- BORTOLINI, C.G. et al. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.9, p.1101-1106, 2001.
- CERETTA, C.A. et al. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.1, p.163-171, 2002.
- 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**. 3.ed. Passo Fundo : SBCS - Núcleo Regional Sul, 1995. 223p.
- DA ROS, C.O. **Plantas de inverno para cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto**. 1993. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.
- DA ROS, C.O. et al. Produtividade de milho com diferentes estratégias de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. In: (SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO & II MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA), 4., 1999, Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta : UNICRUZ, 1999. CD-ROM.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília : Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1999. 412p.
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; RIZZARDI, M.A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.71-77, 1997.
- LARA CABEZAS, W.A.R. et al. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.363-376, 2000.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L. Nutrição e adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Londrina, PR). **O milho no Paraná**. Londrina, 1982. p.88-104. (Circular, 29).
- PAULETTI, V.; COSTA, L.C. Época de aplicação de nitrogênio no milho cultivado em sucessão à aveia preta no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.4, p.599-603, 2000.
- SÁ, J.C. de MORAES. **Manejo de nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo, RS : Aldeia Norte, 1996. 23p.
- SAS. **SAS/STAT User's Guide**. Version 6. Cary : SAS Institute, 1993. V.2, 1686p.
- TORBERT, H.A. et al. Short-term excess water impact on corn yield and nitrogen recovery. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.6, n.3, p.337-344, 1993.