

Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto

Effects of fertilization methods on soil nitrogen availability for wheat and corn production

Clovis Orlando Da Ros¹ Roberto Luiz Salet¹ Rodrigo Luiz Porn² Josemar Nerí Corrêa Machado²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade de N para as culturas de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada. O estudo foi realizado na Universidade de Cruz Alta, em Latossolo Vermelho Distrófico argiloso, com seis anos no sistema plantio direto. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por combinações de diferentes épocas e doses de aplicação de N. As épocas foram: em pré-semeadura, na semeadura das culturas e em cobertura. As doses foram: zero, 30 e 90kg ha⁻¹ de N para a cultura do milho e zero, 30 e 60kg ha⁻¹ de N para a cultura do trigo. Os valores de N mineral no solo foram afetados pelas doses e épocas das aplicações. A quantidade de N mineral no solo proveniente da adubação nitrogenada na cultura do milho diminuiu rapidamente após a aplicação. A época de aplicação de N, considerando a mesma dose, seja parcelada ou não, não influenciou a produção de matéria seca, N acumulado e produtividade de grãos. Foi observada variação somente entre as doses totais aplicadas, independentemente das épocas. As maiores produtividades de grãos foram obtidas com a utilização das doses mais elevadas de N. Em termos gerais, observou-se que a aplicação parcelada de N, na semeadura e em cobertura, conferiu as melhores produtividades, possivelmente devido a menores perdas de N e a maximização da absorção de N pelas plantas de milho e de trigo.

Palavras-chave: nitrogênio mineral, épocas e doses de nitrogênio.

ABSTRACT

The aim of this experiment was to evaluate the N availability for corn and wheat with different methods of N

fertilization. The study was carried out at University of Cruz Alta, State of Rio Grande do Sul, Brazil, in an Oxisol under six years of no-tillage. A completely randomized block design with four repetitions was used. Combinations of different times and rates of N application were studied. The times were: application before seeding, at seeding and topdressing. The rates of N for corn were zero, 60 and 90kg ha⁻¹ and for wheat zero, 30 and 60kg ha⁻¹. The amount of soil mineral N decreased quickly after application of N fertilization. The soil's mineral N content was related to the rates and time of application. The N application time, considering the same rates, splitted or not, didn't influence dry matter production, N accumulation and grain yield. These parameters increase with the rate of N application. The splitting of the N fertilization, part at the seeding time and part as topdressing, is the safest way to minimize the N losses and to maximize the use of N by corn and wheat plants.

Key words: mineral nitrogen, nitrogen rates and application time.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pelas culturas de milho e trigo e também pode ser o mais limitante para as mesmas. A disponibilidade deste nutriente no solo está vinculada, entre outros fatores, à relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos culturais, principalmente no sistema plantio direto, onde os mesmos permanecem na superfície do solo. Nessas condições, pode ocorrer deficiência N para as culturas de milho e trigo, quando cultivadas sobre resíduos culturais com alta relação C/N, devido à imobilização do N pelos

¹Professor do Departamento de Ciência Agrárias, Curso de Agronomia, Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ), CP 858, 98025-810, Cruz Alta-RS. E-mail: daros@unicruz.edu.br

²Acadêmicos bolsistas do Curso de Agronomia, UNICRUZ.

microrganismos do solo (VICTORIA et al., 1992 e SALET et al., 1997).

As exigências por N nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas de milho e trigo, apesar de serem pequenas, são importantes para promover um rápido desenvolvimento inicial e definir a produção potencial dessas culturas (RITCHIE et al., 1993 e FANCELLI & DOURADO NETO, 1996). Nesse sentido, SÁ (1996) verificou que a aplicação antecipada de N em pré-semeadura do milho pode ser uma alternativa para aumentar a disponibilidade de N no solo. Porém, deve-se ressaltar que a disponibilidade do N no solo proveniente da adubação nitrogenada é influenciada, além da relação C/N, por outros fatores, como o tipo de solo e a precipitação pluviométrica, que variam conforme o ano e o local. Desta maneira, a antecipação da adubação nitrogenada, em condições de alta precipitação pluviométrica, pode não possibilitar a maior disponibilidade de N no solo na época de maior demanda de N pelas culturas, devido às perdas de nitrato por lixiviação.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a disponibilidade de N para as culturas de milho e trigo, cultivadas sobre resíduos culturais com alta relação C/N, com diferentes épocas e doses de N.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante dois anos agrícolas (1998/99 e 1999/00), na Área Experimental do Curso de Agronomia da Universidade de Cruz Alta, num Latossolo Vermelho Distrófico argiloso (EMBRAPA, 1999). Na camada de zero a 10cm o solo apresentou as seguintes características: 540g kg⁻¹ de argila; pH em água de 5,1; 24mg L⁻¹ de P; 103mg L⁻¹ de K; 0,4cmol_cL⁻¹ de Al; 5,1cmol_cL⁻¹ de Ca; 2,1cmol_cL⁻¹ de Mg e 39g kg⁻¹ de MO.

Anteriormente à instalação do experimento, a área foi cultivada com as seqüências soja/aveia/milho/trigo, durante seis anos, no sistema plantio direto. Neste trabalho, foram avaliadas as culturas de milho (1998/99), cultivado sobre resíduos de aveia preta e trigo (1999), sobre os resíduos de milho.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, com parcelas de 5 x 8m. Os tratamentos foram compostos por combinações de diferentes épocas e doses de N. As épocas foram: aplicação de N na pré-semeadura (27 e 28 dias antes da semeadura para as culturas de milho e trigo, respectivamente); na semeadura das culturas e em cobertura (30 dias após a semeadura para ambas

as culturas). As doses corresponderam a zero, 60 e 90kg ha⁻¹ de N para a cultura do milho e zero, 30 e 60kg ha⁻¹ de N para a cultura do trigo. O N foi aplicado a lanço, utilizando sulfato de amônio como fonte de N. As adubações de fósforo e potássio foram de 40kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O para ambas as culturas.

As culturas de milho (híbrido XL 212-Braskalb) e de trigo (cultivar Fundacep 29), foram semeadas diretamente sobre os resíduos culturais das culturas anteriores. O milho foi semeado no final do mês de outubro, 27 dias após o manejo químico (glyphosate) da aveia preta e o trigo no final de junho, sobre os resíduos de milho, que foi colhido no final de fevereiro. Os espaçamentos entre linhas utilizados para a semeadura do milho e do trigo foram de 80 e 17cm, respectivamente. A população de milho foi de 59200 plantas por hectare.

As coletas de solo para determinação de N mineral foram feitas com pá-de-corte nas profundidades de zero a 5 e de 5 a 15cm, em diferentes épocas. No milho, foram feitas em quatro épocas: 1) imediatamente antes da semeadura; 2) imediatamente antes da aplicação de N em cobertura (estádio de quatro folhas); 3) no estádio de oito folhas e 4) no estádio de grão leitoso, ou seja, aos zero, 29, 58 e 104 dias após a semeadura. No trigo, o N mineral foi avaliado somente aos 57 dias após a semeadura.

O N mineral (N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻) do solo foi extraído com KCl 1N e determinado conforme a metodologia descrita em TEDESCO et al. (1995). Para a cultura do milho foi estimada a quantidade de N mineral proveniente da adubação nitrogenada, em kg ha⁻¹, até 104 dias após a semeadura, na profundidade de zero a 15 cm. Estes valores foram obtidos pela diferença entre os teores de N mineral no solo determinados nos tratamentos que receberam aplicação de N fertilizante e o tratamento testemunha (sem aplicação de N), nas profundidades de zero a 5 e de 5 a 15cm. Para os cálculos foi considerada a densidade do solo de 1,28 e 1,41Mg m⁻³ nas respectivas profundidades. No momento da aplicação da adubação nitrogenada, foi considerado como N mineral a quantidade total de N aplicada como fertilizante nitrogenado, na forma de sulfato de amônio.

Por ocasião do florescimento pleno, foram avaliadas as produções de fitomassa, coletando-se, aleatoriamente, em cada subparcela, cinco plantas para a cultura do milho e uma área de 2m² para o trigo. A matéria seca foi determinada após a secagem em estufa a 60°C, até massa constante. No tecido vegetal, seco e moído, determinou-se a concentração de N conforme a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

A produtividade de grãos foi avaliada em uma área de 14,4m² por parcela para a cultura do milho e em 4m² por parcela para o trigo. Os valores obtidos foram corrigidos para 13% de umidade.

A análise estatística dos dados foi realizada pela análise da variância, por cultura, época e profundidade. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

N mineral no solo

Na cultura do milho, os valores de N mineral determinados no solo variaram com as doses e as épocas de aplicação (Tabela 1). Na profundidade de zero a 5 cm, para as mesmas doses aplicadas, o teor de N mineral determinado na primeira avaliação subsequente à aplicação de N fertilizante foi maior no estágio de oito folhas, seguido dos valores determinados na semeadura e estágio de quatro folhas. Estes valores estão relacionados com as precipitações pluviométricas de 138, 160 e 43mm ocorridas nos intervalos das aplicações de N fertilizante na pré-semeadura do milho, semeadura e em cobertura até a primeira avaliação subsequente à aplicação de N fertilizante, respectivamente. Observa-se que, quanto maior a precipitação pluviométrica, menor foi o teor de N mineral determinado no solo na profundidade de zero a 5cm e maior na profundidade de 5 a 15cm.

Os valores de N mineral no solo, calculados pela média ponderada, na profundidade de zero a 15cm, não apresentaram diferença na primeira avaliação subsequente à aplicação de N fertilizante na pré-semeadura. Na segunda avaliação subsequente a aplicação de N fertilizante, a quantidade de N mineral presente no solo, de maneira geral, foi semelhante à da testemunha sem N. No estágio de oito folhas, a quantidade de N mineral com a aplicação na pré-semeadura ou na semeadura, seja em dose total ou parcelada, a quantidade de N foi semelhante à testemunha, indicando que houve uma redução acentuada do N mineral no solo.

Na figura 1, através da estimativa da quantidade de N mineral no solo proveniente da adubação nitrogenada, na profundidade de zero a 15cm, observa-se que houve uma diminuição rápida do N mineral no solo após a aplicação do N fertilizante. A diminuição pode estar relacionada às precipitações pluviométricas ocorridas nos períodos avaliados, que podem ter deslocado o N abaixo da camada de zero a 15 cm, bem como a absorção de N pelas plantas de milho. Assim, a antecipação parcial ou total da dose de N para a pré-semeadura pode diminuir a disponibilidade de N na época de maior demanda pelas mesmas e também pode aumentar a quantidade de N nas camadas mais profundas do solo, como pode ser observado na profundidade de 5 a 15cm (Tabela 1).

Com o parcelamento de N, apesar da menor quantidade de N mineral no solo, em relação à

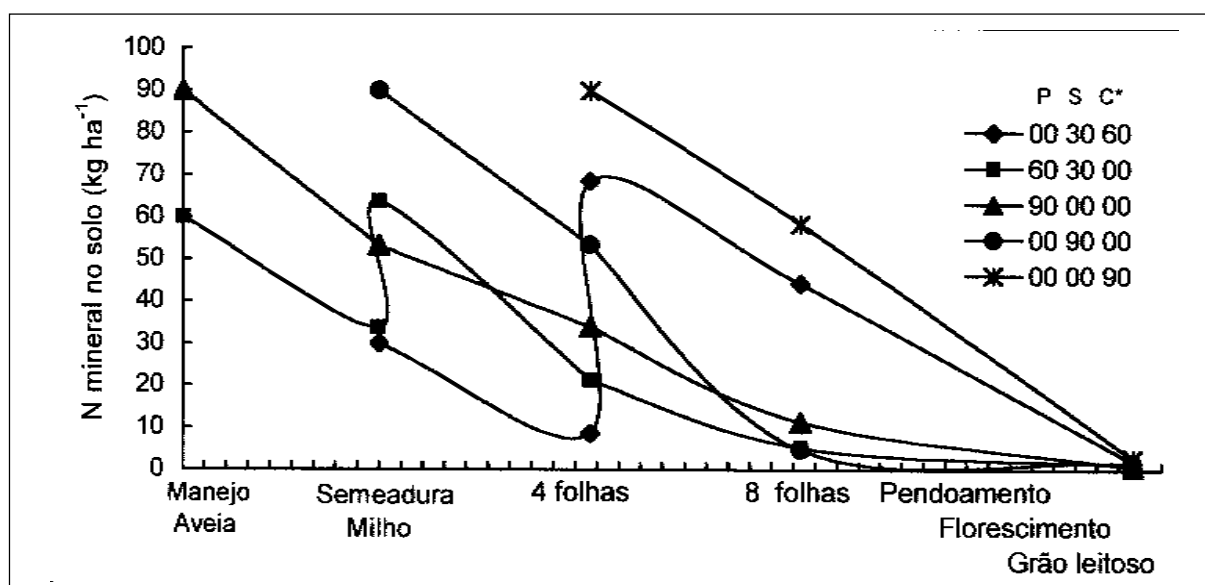


Figura 1 – Estimativa do N mineral no solo durante o desenvolvimento do milho, NA profundidade de zero a 15cm, proveniente de diferentes doses e épocas aplicação de N fertilizante. *Doses de N aplicadas, em kg.há⁻¹, NA pré-semeadura (P), semeadura (S) e cobertura (C).

Tabela 1 - Quantidade de N mineral no solo ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) com diferentes métodos de aplicação de N durante o desenvolvimento da cultura do milho

Época e doses ⁽¹⁾			Profundidade, cm		Média
P	S	C	0 - 5	5 - 15	Ponderada ⁽³⁾
kg ha ⁻¹			mg kg ⁻¹		
Imediatamente antes da semeadura					
00			5,3 d ⁽²⁾	2,1 d	3,2 d
00			5,2 d	2,7 d	3,5 d
60			42,8 b	9,0 b	20,3 b
90			58,3 a	15,8 a	30,0 a
00			4,7 d	2,6 d	3,3 d
00			5,5 d	2,8 d	3,7 d
30			23,0 c	6,2 c	11,8 c
00			5,4 d	2,6 d	3,5 d
00			4,6 d	2,3 d	3,1 d
Imediatamente antes da aplicação do N em cobertura no estádio de quatro folhas					
00	00		10,0 c	4,9 d	6,6 e
00	30		14,1 c	9,1 c	10,8 d
60	30		22,4 b	14,4 b	17,1 c
90	00		24,8 b	22,3 a	23,1 b
00	90		48,3 a	25,4 a	33,0 a
00	00		10,0 c	4,9 d	6,6 e
30	00		12,2 c	8,3 cd	9,6 de
00	30		18,3 c	10,9 c	13,4 cd
00	00		10,0 c	4,9 d	6,6 e
No estádio de oito folhas					
00	00	00	7,3 d	2,0 d	3,8 e
00	30	60	61,5 b	8,8 a	26,4 b
60	30	00	12,2 d	3,4 cd	6,3 de
90	00	00	15,3 d	6,4 b	9,4 cd
00	90	00	9,4 d	4,4 c	6,1 de
00	00	90	85,5 a	7,9 ab	33,8 a
30	00	00	9,2 d	2,0 d	4,4 e
00	30	00	6,6 d	2,7 d	4,0 e
00	00	30	29,7 c	2,9 cd	11,8 c
No estádio de grão leitoso					
00	00	00	4,1	3,5	3,7
00	30	60	6,5	3,7	4,6
60	30	00	4,8	4,0	4,3
90	00	00	5,3	3,4	4,0
00	90	00	5,5	4,1	4,6
00	00	90	6,7	4,3	5,1
30	00	00	4,3	2,4	3,0
00	30	00	5,3	2,8	3,6
00	00	30	3,9	2,8	3,2

⁽¹⁾Épocas de aplicação de N: P = na pré-semeadura do milho; S = na semeadura e C = em cobertura.

⁽²⁾Médias não seguidas pela mesma letra, na coluna e por época, diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

⁽³⁾Média ponderada = [(teor 0-5 cm x 5) + (teor 5-15 cm x 10)] / 15 cm.

aplicação total em uma única época, houve melhor distribuição no teor de N mineral durante o período avaliado. Para as aplicações de 90kg ha⁻¹ na pré-semeadura e na semeadura, tanto em dose total como parcelada, os valores de N mineral no solo proveniente da adubação nitrogenada foram em média de 7,07kg ha⁻¹ no estádio de oito folhas. Com o parcelamento na semeadura e em cobertura a quantidade foi de 44,31kg ha⁻¹. Com a utilização do parcelamento da adubação nitrogenada é importante que a aplicação em cobertura não seja realizada após os 30 dias da semeadura, pois a diminuição do teor de N mineral no solo foi em média de 1,03kg ha⁻¹ dia⁻¹, no intervalo da semeadura até o estádio de quatro folhas (29 dias). Isto significa que, após este período, pode não existir mais N no solo proveniente da aplicação da dose de 30 kg ha⁻¹. Desta maneira, o parcelamento da adubação nitrogenada na semeadura e em cobertura pode possibilitar maior quantidade de N mineral no solo nos estádios de maior demanda de N pela cultura de milho.

No trigo, os maiores valores de N mineral no solo, na profundidade de zero a 5cm e na média ponderada para a profundidade de zero a 15 cm, aos 57 dias da semeadura, foram obtidos com a aplicação de 60kg ha⁻¹ de N fertilizante em cobertura (Tabela 2). Os demais tratamentos não diferiram da testemunha. Na profundidade de 5 a 15cm, os maiores teores de N mineral foram obtidos com a dose de 60kg ha⁻¹ de N, independentemente da época de aplicação. Os baixos valores de N mineral determinado no solo

Tabela 2 - Quantidade de N mineral no solo aos 57 dias após a semeadura do trigo, sob diferentes métodos de adubação nitrogenada

Épocas ⁽¹⁾			Profundidade, cm		
P	S	C	0 - 5	5 - 15	Média ponderada ⁽³⁾
kg ha ⁻¹			mg kg ⁻¹		
00	00	00	1,6 b ⁽⁴⁾	0,5 d	0,9 cb
00	30	30	1,6 b	1,0 bc	1,2 bcd
30	30	00	1,6 b	0,9 bcd	1,1 bcd
60	00	00	1,6 b	1,3 ab	1,4 bc
00	60	00	2,2 b	1,2 ab	1,5 b
00	00	60	10,3 a	1,6 a	4,5 a
30	00	00	1,4 b	0,5 d	0,8 d
00	30	00	1,5 b	0,7 cd	1,0 bcd
00	00	30	2,5 b	0,9 bcd	1,4 bc

⁽¹⁾Épocas de aplicação de N: P = na pré-semeadura do trigo; S = na semeadura e C = em cobertura.

⁽²⁾Médias não seguidas pela mesma letra, na coluna, diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

⁽³⁾Média ponderada = [(teor 0-5 cm x 5) + (teor 5-15 cm x 10)] / 15 cm

podem ser devido à ocorrência de chuva de alta intensidade que pode ter provocado a lixiviação do N mineral.

Produção de matéria seca e acúmulo de N pelas culturas

As culturas de milho e trigo apresentaram resposta à aplicação de N. A época de aplicação de N, considerando a mesma dose, não influenciou a produção de matéria seca e N acumulado pelas culturas. Houve variação somente entre as doses totais aplicadas (zero, 30 e 90kg ha⁻¹), independentemente das épocas (Tabela 3).

Apesar de não haver diferença significativa entre as épocas para a mesma dose de N, foi observada uma tendência de aumento da produção de matéria seca e acúmulo de N com a aplicação das doses totais em cobertura. Isto também pode ser observado com o parcelamento da dose de N em duas épocas, onde os maiores valores, apesar de não apresentar diferença estatisticamente significativa em todas as situações, foram obtidos com a aplicação de N em cobertura. Isto pode ser explicado pela maior precipitação ocorrida do manejo até a aplicação do N em cobertura, devido à perda de N por lixiviação e a estiagem ocorrida após a aplicação do N em cobertura até o florescimento. Em anos normais com boa distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura, poderá ocorrer diferença entre as épocas de aplicação. Diferenças significativas na acumulação de N pelo milho foram obtidas por BASSO & CERETTA (2000), durante três anos, em função das épocas de aplicação de N. Os autores ressaltam que,

em anos que não ocorreu excesso de chuva, a aplicação de N em pré-semeadura favoreceu a acumulação de N, devido provavelmente à diminuição do efeito da imobilização microbiana, especialmente no início do desenvolvimento do milho.

Produtividade de grãos

As maiores produtividades de grãos de milho e trigo foram obtidas com a utilização das doses mais elevadas de N (Tabela 3). No milho, o aumento médio na produtividade de grãos com a aplicação de 30 e 90kg ha⁻¹ de N, em relação à testemunha sem N, foi de 1032 e 1468kg ha⁻¹, respectivamente. No trigo, o aumento com a aplicação de 30 e 60kg ha⁻¹ de N, foi de 795 e 1240kg ha⁻¹, respectivamente. Para o milho, é importante considerar que as baixas produtividades e o incremento em relação à testemunha podem ser devido à estiagem ocorrida no mês de novembro.

As aplicações das doses em uma única época, ou seja, na pré-semeadura, semeadura ou em cobertura, não influenciaram significativamente a produtividade de grãos; o parcelamento das doses também não afetou a produtividade (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por BIANCHI (1997), em dois trabalhos realizados com milho em Latossolo Vermelho Distrófico, com aproximadamente 500g kg⁻¹ de argila e, por BASSO & CERETTA (2000), durante os anos agrícolas de 96/97 e 98/99, em um Argissolo Vermelho Distrófico arênico, com 110g kg⁻¹ de argila.

Apesar da inexistência de diferenças entre as épocas de aplicação de N, a recomendação da

Tabela 3 - Produção de matéria seca, nitrogênio acumulado e produtividade de grãos com diferentes métodos de adubação nitrogenada nas culturas de milho e trigo

Época ⁽¹⁾			Matéria seca		N acumulado		Produtividade de grãos	
P	S	C	Milho	Trigo	Milho	Trigo	Milho	Trigo
						kg ha ⁻¹		
00 ⁽²⁾	00	00	6522 b ⁽³⁾	1000 e	62 d	20 e	4654 c	1428 e
00	30	60	9396 a	2897 ab	129 ab	49 bcd	6031 ab	2607 ab
60	30	00	8480 a	2542 bcd	110 b	49 bcd	6351 a	2526 ab
90	00	00	9613 a	2921 ab	133 a	56 abc	5983 ab	2849 a
00	90	00	9011 a	3475 a	130 ab	58 ab	6000 ab	2777 a
00	00	90	9323 a	3481 a	141 a	69 a	6180 a	2580 ab
30	00	00	7865 ab	2217 cd	85 c	32 de	5539 b	2227 c
00	30	00	7983 ab	2082 d	89 c	39 cd	5587 b	2104 c
00	00	30	7916 ab	2828 bc	89 c	49 bcd	5932 ab	2337 bc

⁽¹⁾ Épocas de aplicação de N: P = pré-semeadura do milho; S = semeadura e C = cobertura;

⁽²⁾ Doses de N aplicadas (kg ha⁻¹) na cultura do milho. No trigo foi substituída a dose de 60 kg ha⁻¹ por 30kg ha⁻¹ e, a dose de 90 kg ha⁻¹ por 60 kg ha⁻¹.

⁽³⁾ Médias não seguidas pela mesma letra, na coluna e por época, diferem pelo teste de Duncan (P<0,05).

antecipação da adubação nitrogenada não pode ser generalizada, pois em anos com excesso de chuva o comportamento pode ser diferente. Isto aconteceu em dois trabalhos realizados no ano agrícola de 97/98, ambos no sistema plantio direto, por DIEKOW (1998), em um Latossolo Vermelho Distroférico com 700g kg⁻¹ de argila e por BASSO & CERETTA (2000). Estes autores verificaram que o excesso de chuva inviabilizou a aplicação de N em pré-semeadura para a cultura do milho.

A antecipação da adubação nitrogenada em uma única dose pode não possibilitar uma disponibilidade adequada de N no solo. O N deve ser disponibilizado às plantas de trigo preferencialmente entre a emergência e a emissão da 7ª folha do colmo principal (BREDEMEIR & MUNDSTOCK, 2001). Desta maneira, devido à incerteza na precipitação pluviométrica, a aplicação de N em uma única época, tanto na pré-semeadura ou na semeadura, pode comprometer a produtividade devido à perda de N por lixiviação. O parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada parte na semeadura e o restante em cobertura, tanto para a cultura do milho como para o trigo, no sistema plantio direto, mostrou ser ainda a melhor alternativa. Isto está de acordo com as recomendações de adubações e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO..., 1995).

CONCLUSÕES

A antecipação da adubação nitrogenada para a pré-semeadura aumentou a disponibilidade de N no solo nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas de milho e trigo, mas não afetou a produção de matéria seca, N acumulado e a produtividade de grãos.

As épocas de aplicação de N não influenciaram a produção de matéria seca, N acumulado e produtividade grãos das culturas de milho e trigo.

O parcelamento da adubação nitrogenada, parte na semeadura e o restante em cobertura, aumentou a disponibilidade de N no solo nos estádios de maior demanda deste nutriente pelas culturas de milho e trigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **R Bras Ci Solo**, Viçosa, v.24, p.905-915, 2000.
- BIANCHI, M.A. **Aplicação de nitrogênio em pré-semeadura do milho semeado sobre aveia preta em plantio direto**. Cruz Alta : FUNDACEP FECOTRIGO, 1997. (Pesquisa em andamento).
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **R Bras Ci Solo**, Viçosa, v.25, p.317-323, 2001.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO- CFSRS/SC. **Recomendações de adubações e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo : SBCS-Núcleo Regional Sul. EMBRAPA/CNPT, 1995. 224p.
- DIEKOW, J.; CERETTA, C.A.; PAVINATO, P. É possível antecipar a adubação nitrogenada no milho no sistema plantio direto? In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 1998, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria-RS : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.163-166.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Cultura do milho: aspectos fisiológicos e manejo da água. **Inf Agron**, v.73, p.1-4, 1996.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames : Iowa University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1993. 21p. (Special Report, 48).
- SÁ, J.C.M. **Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo, RS : Aldeia Norte, 1996. 24p.
- SALET, R.L. et al. Por que a disponibilidade de nitrogênio é menor no sistema plantio direto? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo-RS. **Anais...** Passo Fundo-RS : Aldeia Norte, 1997. p.217-219.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre : Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 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. **Microbiologia do solo**. Campinas : SBCS, 1992. p.105-120.