



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Da Ros, Clovis Orlando; Salet, Roberto Luiz; Porn, Rodrigo Luiz; Machado Corrêa, Josemar Nerí
Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação
nitrogenada no sistema plantio direto

Ciência Rural, vol. 33, núm. 5, setembro-outubro, 2003, pp. 799-804

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33133502>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

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_c L⁻¹ de Al; 5,1cmol_c L⁻¹ de Ca; 2,1cmol_c L⁻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 (glyfosate) 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 moido, 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 estádio 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 à aplicação de N fertilizante, a quantidade de N mineral presente no solo, de maneira geral, foi semelhante à da testemunha sem N. No estádio 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

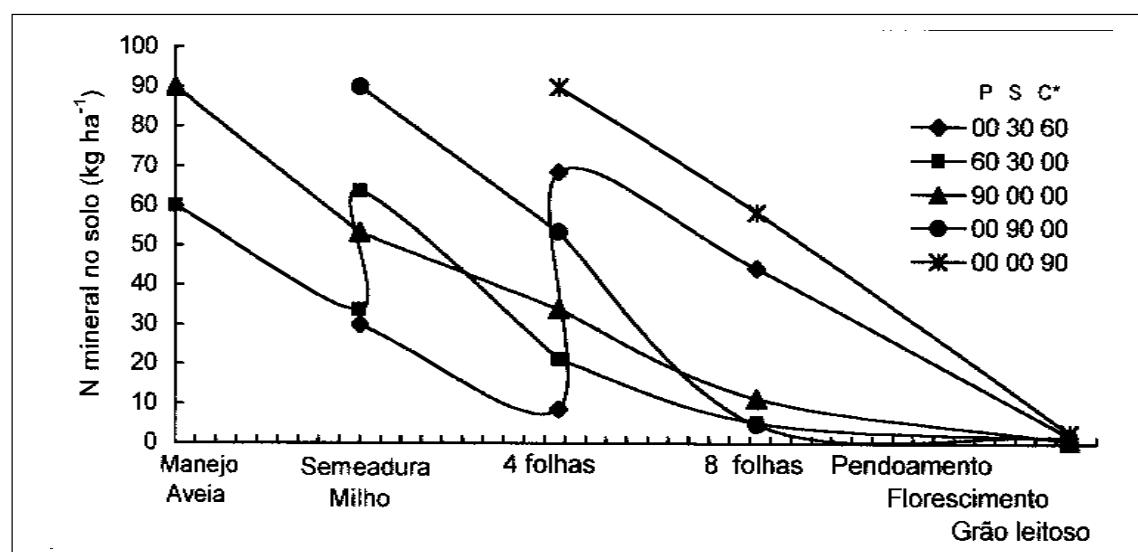


Figura 1 – Estimativa do N mineral no solo durante o desenvolvimento do milho, NA profundidade de zero a 15cm, proveniente de diferentes doses e épocas aplicação de N fertilizante. *Doses de N aplicadas, em kg.ha⁻¹, NA pré-semeadura (P), semeadura (S) e cobertura (C).

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 = $[(\text{teor } 0-5 \text{ cm} \times 5) + (\text{teor } 5-15 \text{ cm} \times 10)] / 15 \text{ cm}$.

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 ⁽²⁾ | 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 = $[(\text{teor } 0-5 \text{ cm} \times 5) + (\text{teor } 5-15 \text{ cm} \times 10)] / 15 \text{ cm}$.

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 acumulação 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 bed | 6031 ab | 2607 ab |
| 60 | 30 | 00 | 8480 a | 2542 bcd | 110 b | 49 bed | 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 Distroférrico 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 7^a 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. Estadios 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.