

Manejo de nitrogênio na cultura do milho

Fabricio Meurer¹ e Tiago Roque Benetoli da Silva¹

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

fabricio.meurer@hotmail.com, benetoli@fag.edu.br

RESUMO: O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do milho, e o que mais influencia na resposta em produtividade de grãos. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o manejo das doses de N sobre os componentes de produção da cultura do milho. Utilizaram-se três doses de nitrogênio via foliar (0, 45, e 90 g ha⁻¹) e em cobertura duas doses (0 e 45 kg ha⁻¹). O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com esquema fatorial com quatro repetições. Os componentes da produção estudados foram: número de grãos por espiga, número de fileira de grãos por espigas, número de grãos por fileira de espiga, massa de 100 grãos e produtividade. A aplicação de nitrogênio em cobertura não alterou o desenvolvimento das plantas de milho, porém a aplicação deste elemento via foliar se traduziu em aumento de produtividade.

Palavras-chave: nutriente, cobertura, adubação foliar.

Nitrogen management on corn crop

Abstract: Nitrogen is the nutrient absorbed in larger quantities by the corn crop, and that most influence the response in grain yield. The objective of this work, evaluate the management of N rates on the components of production of the corn crop. We used three doses of foliar nitrogen (0, 45, and 90 g ha⁻¹) and cover two doses (0 and 45 kg ha⁻¹). The statistical design was in blocks with a factorial design with four replications. The components of the production were studied: number of grains per spike, number of grains per row of spikes, number of grains per row of spikes, weight of 100 grains and productivity. The application of nitrogen in coverage did not alter the development of corn plants, but the foliar application of this element has resulted in increased productivity.

Key words: nutrient, covering, leaf fertilization.

Introdução

O milho é o principal cereal produzido no Brasil, cultivado em cerca de 13 milhões de hectares, com produção de aproximadamente 42 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de 3,2 toneladas por hectare (Conab, 2005). Entre os vários fatores que causam essa baixa produtividade, esta o baixo consumo e o manejo inadequado do N, nutriente que é absorvido em maior quantidade pelo milho, que mais influencia na resposta em produtividade de grãos e mais onera no custo de produção da cultura (Amado *et al.*, 2002).

Com a conseqüente eficiência da utilização de N pela planta, a dinâmica do N no sistema solo-planta, é influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante,

formas de manejo e condições edafoclimáticas (Amado *et al.*, 2002; Figueiredo *et al.*, 2005). A maioria dos trabalhos demonstra que existe grande variação no aproveitamento do N do fertilizante pelo milho, que raramente ultrapassa a 50% do N aplicado (Scivittaro *et al.*, 2000).

Em função do seu sistema radicular abundante, a elevada capacidade de absorção de N das gramíneas, constitui-se em uma importante estratégia para a reciclagem desse nutriente, durante a entressafra, e para redução de riscos de contaminação do lençol freático por nitrato (Sá, 1996; Amado *et al.*, 2002).

Para que possa expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em virtude da grande extração de nutrientes do solo. Nesse sentido, o nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura, variando as recomendações da adubação nitrogenada em cobertura em cultivo de sequeiro para altas produtividades de 50 a 90 kg ha⁻¹ de N e, para cultivo irrigado, de 120 a 150 kg ha⁻¹ (Souza *et al.*, 2003).

Visando buscar uma otimização constante do sistema de indicação da adubação nitrogenada em milho, há grande potencial de inclusão de parâmetros de solo e de planta como indicadores complementares da disponibilidade de N no solo, principalmente em sistemas altamente produtivos e com aplicação de altas doses de N (Rambo *et al.*, 2004). Esses indicadores têm sido utilizados para monitorar a disponibilidade de N e auxiliar na definição da dose e época de aplicação desse nutriente.

Trabalhos de pesquisas realizados por Argenta (2001) e Rambo (2005) com a cultura do milho demonstram a existência de uma boa correlação entre teor relativo de clorofila na folha e o de N na folha com o rendimento de grãos. Rambo (2005) também verificou que o teor de nitrato no solo apresenta-se como potencial indicador complementar da disponibilidade de N no solo para manejo da adubação nitrogenada em milho, além do fato de a integração entre parâmetros de solo e de planta permitir aumento da eficiência de uso do N em lavouras, reduzindo a contaminação de recursos ambientais e o custo de produção.

Para obter-se elevados rendimentos com milho (*Zea mays* L.) é necessário aplicar fertilizante nitrogenado, pois no geral, os solos não suprem a demanda da cultura em termos de nitrogênio (N) nos diversos estádios de desenvolvimento da planta. (Escosteguy *et al.*, 1997).

São vários os métodos que o N pode ser aplicado ao solo, 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 N 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 pudesse haver redução no rendimento de grãos de milho devido à volatilização de N-NH₃, na proporção de 10 kg ha⁻¹ de grãos para cada 1% de N volatilizado.

A aplicação de N mineral em pré-semeadura para o cultivo de milho, No sistema de plantio direto, representa uma prática de risco, devido a ocorrência de chuvas de alta intensidade, acarretando a perda do referido nutriente por lixiviação, volatilização (Lara Cabezas *et al.*, 1997), e também acúmulo de N-NO₃ no solo nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho (Basso & Ceretta, 2000), pois a demanda total da planta é pequena na fase inicial de desenvolvimento, com isso podendo resultar, conseqüentemente, em perda de produtividade (Silva *et al.*, 2005). Entretanto, essa prática promove acréscimos no teor de N no solo e na absorção pelas plantas após o manejo da cultura de cobertura, podendo também influenciar a taxa de decomposição dos resíduos vegetais (Basso & Ceretta, 2000).

A partir do estágio com 4 a 5 folhas expandidas as plantas de milho apresentam maior demanda por N. Neste período, o suprimento insuficiente de N pelo solo, pode reduzir a diferenciação do número de óvulos nos primórdios da espiga e o número de espigas por planta, logo afetando negativamente o rendimento de grãos (Schreiber *et al.*, 1998). Como a imobilização de N é mais intensa nas primeiras semanas após a dessecação das plantas de cobertura de solo (Amado *et al.*, 2000), recomenda-se retardar a época de semeadura da cultura econômica em, pelo menos, trinta dias para evitar que a época de maior imobilização coincida com o período de maior demanda das plantas por N. A relação C:N diminui e a quantidade de N imobilizada passa a ser menor que a mineralizada, com o transcorrer da decomposição. Para evitar um possível prejuízo causado pela imobilização no rendimento vegetal a melhor maneira consiste em adicionar uma quantidade maior de N na semeadura da cultura de interesse econômico.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das doses, e formas de aplicação de N nos caracteres agrônômicos da cultura do milho, cultivado no sistema plantio direto, no município de Cafelândia (PR).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Sítio São Pedro, localizado no município de Cafelândia região Oeste do Paraná, possuindo como coordenadas geográficas a latitude de 24°38'20" sul, e longitude 53°18'30" oeste, com altitude de 530 metros. O solo da região é do

tipo Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa, com teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm, apresentando relevo ondulado, e o clima é caracterizado por subtropical.

O experimento foi realizado no ano agrícola 2008 em uma única área, no qual vinha sendo cultivado culturas anuais a mais de 15 anos, área estava cultivada com soja no último ano agrícola (2007/08).

A análise dos atributos químicos do solo se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos de solo antes da instalação do experimento, em profundidade de 0-20 cm

pH	M.O.	P	Ca	Mg	K	Al	H+Al	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mgdm ³	-----cmol _c dm ⁻³ -----						%
5,2	33,3	40,2	6,04	2,09	0,56	0	5,76	14,4	60,14
	Cu		Fe		Mn		Zn		
	-----mg dm ⁻³ -----								
	14		33		185		14		

A semeadura da cultura foi efetuada no dia 09 de março de 2008, utilizando o híbrido (9010 da Agrocere), com ciclo precoce, na densidade de 65,000 sementes por hectare. A adubação de semeadura foi de 300 kg ha⁻¹, com fertilizante de fórmula 12-20-20. O tratamento das sementes foi feito com Neonicotinoid na dose de 60g a cada 60.000 sementes e 200 mL de Fipronil a cada 100 kg de semente. No controle de pragas foi usado Metamidafós, Carbamato, na dose de 0,62 L ha⁻¹, e para doenças foi aplicado Piraclostrobina, 330 mL ha⁻¹, já no controle de plantas daninhas foi feita uma aplicação de Atrazina na dose de 3 L ha⁻¹.

As parcelas foram constituídas de seis linhas de 0,60 m de largura com 0,60 m de comprimento, num espaçamento de 0,80 m entre linhas. As aplicações nas parcelas foram efetuadas no dia 29 de abril de 2008 sendo utilizado adubação nitrogenada em cobertura duas doses (0 e 45 kg ha⁻¹) e foliar três doses (0;45e 90 g ha⁻¹).

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3 com 4 repetições. A análise estatística será realizada seguindo o modelo de análise de variância, utilizando o teste de Tukey para a comparação das médias de nitrogênio com cobertura e análise de regressão polinomial para dose de nitrogênio via foliar. Os componentes da produção estudados, foram: número de grãos por espiga, número de fileira de grãos por espigas, e massa de 100 grão, e será calculada a produtividade em (kg ha⁻¹ a 13% de umidade).

Resultados e Discussão

Não se observa diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2), pois os resultados obtidos em relação a testemunha (dose 0) para a análise de fileira por espiga foram semelhantes aos resultados com o uso do nitrogênio em cobertura e via foliar, e foliar mais cobertura, e assim aconteceu também com o número de grãos por fileira e grãos por espiga.

Tabela 2 – Número de fileiras por espiga, de grãos por fileira e de grãos por espiga de milho, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar

Tratamento Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Fileira por espiga	Grãos por fileira	Grãos por espiga
	-----número-----		
0	14,3 a	27,8 a	400 a
45	14,8 a	28,4 a	420 a
N foliar (g ha⁻¹)			
0	14,5	30,2	432
45	14,9	26,4	401
90	14,3	28,6	428
CV (%)	6,2	8,85	10,6
Teste F			
Nitrogênio (N)	n.s.	n.s.	n.s.
Foliar (F)	n.s.	n.s.	n.s.
N * F	n.s.	n.s.	n.s.
R.L.	n.s.	n.s.	n.s.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro do parâmetro nitrogênio, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

n.s. = não significativo. R.L. = Regressão linear

A não-significância dos resultados pode ter sido influenciada pelo fornecimento de N do solo, pois a matéria orgânica representa uma grande fonte de N para as plantas, o teor de N na matéria orgânica anda em torno de 5%, assim se um solo tiver 1% de matéria orgânica cada hectare, na profundidade de 30 cm, admitindo-se uma densidade igual a 1, terá 1,5 t ha⁻¹ de nitrogênio (Malavolta. *et al.*, 1980).

Segundo Tomazela (2005) também não encontrou diferença para o número de fileiras por espiga entre as cultivares e as doses de N utilizadas. Já Escoesteguy *et al.* (1997), encontrou diferença no número de grãos por espiga com o incremento de nitrogênio, concordando com Melgart *et al.* (1991) que também obteve resultados semelhantes, pois com o aumento das doses de nitrogênio 0 a 120 kg ha⁻¹, o número de grãos por espiga elevou-se.

Observando a Tabela 3, no tratamento com nitrogênio em cobertura, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sobre a massa de 100 grãos e produtividade. Segundo Ohland *et al.* (2005), a massa de 100 grãos é uma característica influenciada pelo

genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos.

Tabela 3 – Massa de 100 grãos e produtividade de milho, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar.

Tratamento Nitrogênio (kg ha⁻¹)	Massa de 100 grãos gramas	Produtividade kg ha⁻¹
0	36,5 a	7.822 a
45	37,2 a	7.923 a
N foliar (g ha⁻¹)		
0	35,9	7.609
45	36,9	7.703
90	38,3	8.562
CV (%)	8,4	12,5
Teste F		
Nitrogênio (N)	n.s.	n.s.
Foliar (F)	*	*
N * F	n.s.	n.s.
R.L.	*	*

Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro do parâmetro nitrogênio, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

n.s. = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade. R.L. = Regressão linear

Conforme Ulger *et al.* (1995), a massa de 100 grãos tem alta dependência da absorção de N pelo milho, a qual alcança um pico durante o período compreendido entre o início do florescimento e o início da formação de grãos. Neste período, a deficiência de N pode concorrer para a formação de grãos com menor massa específica, devido à não translocação em quantidades adequadas para os mesmos, concordando com Silva *et al.* (2003), que estudando doses de N (0; 40; 80 e 120 kg N ha⁻¹) na cultura do milho, também não observaram efeito significativo no peso de 100 grãos.

Escosteguy *et al.* (1997), avaliando massa de 1000 grãos, comparando doses de nitrogênio, que variaram de 0 a 160 kg ha⁻¹, não obtiveram diferenças com relação a essa variável, tendo apresentado valor médio de 275 g. Contudo, Melgar *et al.* (1991) conseguiram incremento linear na massa de grãos de acordo com as doses na variedade BR 5102, apresentando variação de 260 g (testemunha) a 277 g (120 kg ha⁻¹ de N).

Analisando as doses de N verificou-se que conforme foi aumentando a dose, houve incremento na massa de 100 grãos, sendo que a dose de 90g ha⁻¹ apresentou a maior massa em (Figura 1), apresentando assim diferença de quase 3 gramas em relação a testemunha. Segundo Rosolem e Boaretto (1987) as aplicações foliares de N, na cultura do feijão, até a época do florescimento podem provocar aumento no número de grãos e vagens/planta, assim

como pequeno aumento na massa de 100 grãos. Já Sá *et al.* (1982) e Arf *et al.* (1991) observaram que a aplicação de nitrogênio no solo e/ou via foliar, não afetaram as características agrônômicas avaliadas no feijoeiro, como número de vagens/planta e número de grãos/vagem.

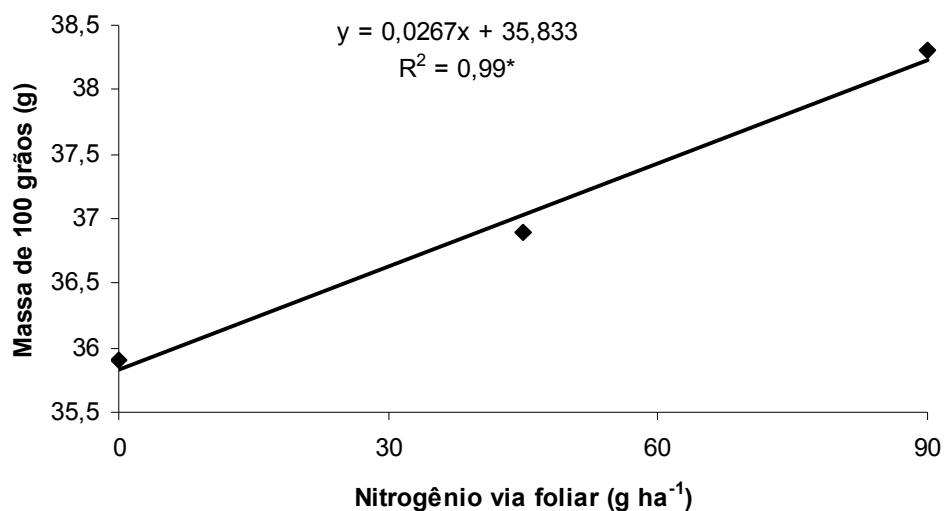


Figura 1 – Massa de 100 grãos, em função da aplicação de nitrogênio via foliar. * = significativo a 5% de probabilidade.

Analisando a Figura 2, observa-se efeito linear para as doses utilizadas. A produtividade do milho aumentou significativamente conforme aumento-se a dose de N via foliar. Sendo assim, a maior produtividade obtida foi com a dose de 90 g ha⁻¹, apresentando uma produtividade de 8.562 kg ha⁻¹.

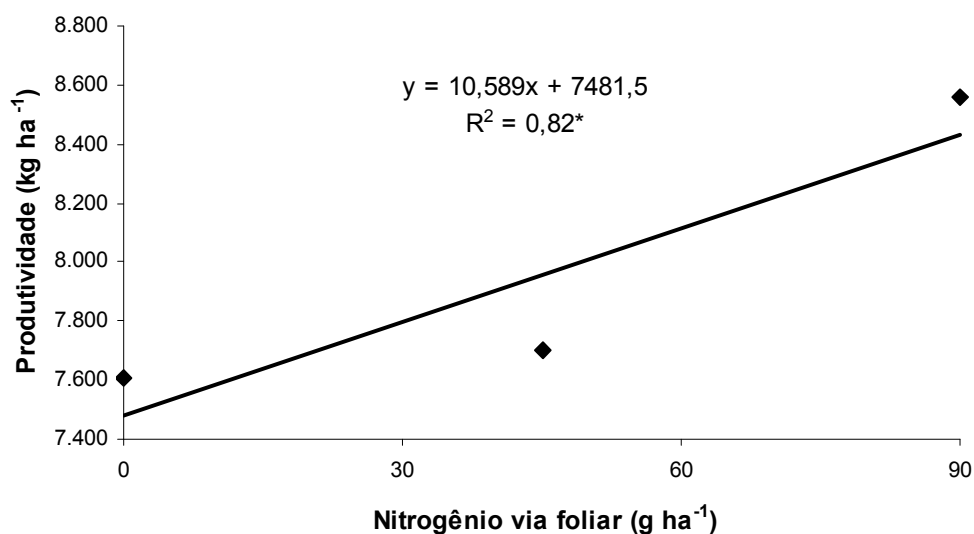


Figura 2 – Produtividade de milho, em função da aplicação de nitrogênio via foliar. * = significativo a 5% de probabilidade

Em trabalhos realizados por Sabino *et al.* (1994) na cultura do algodoeiro, verificaram que não houve aumento a massa de capulhos devido a aplicação de N via foliar, e nem rendimento de fibras com o aumento das doses de N na cultura.

O aumento da produtividade ocorreu pois o nitrogênio tem um papel fundamental no metabolismo vegetal, e por participar diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas (ANDRADE *et al.*, 2003). Em plantas de milho há uma intensa absorção de N nas fases iniciais de desenvolvimento, sendo a deficiência deste uma das maiores limitações à produtividade, como esse elemento encontra-se em quantidades insuficientes na maioria dos solos, é necessário seu fornecimento (Belarmino *et al.*, 2003).

Conclusão

A aplicação de nitrogênio em cobertura não alterou o desenvolvimento das plantas de milho, porém a aplicação deste elemento via foliar se traduziu em aumento de produtividade.

Referências

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.241-248, 2002.

AMADO, T.J. MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p.179-189, 2000.

ARGENTA, G. **Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho**. 2001. 112p. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada epotássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p.1643-1651, 2003.

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 Solo**, Viçosa v.24, p. 905-915, 2000.

BELARMINO, M. C. J.; PINTO, J. C.; ROCHA, G. P.; FERREIRA NETO, A. E.; MORAIS, A. R. de. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim-tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n. 4, p. 879-885, 2003.

CONAB. **Série histórica da área plantada por produtos 1990/91 a 2003/04**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 06 set. 2008.

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**, Viçosa, v.21, n.1, p.71-77, 1997.

FIGUEIREDO, C.C. de; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.9, p.279-287, 2005.

LARA CABEZAS, W. A. R. 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.

LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; KONDÖRFER, G.H.; PEREIRA, S. 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, p.363-376, 2000.

MELGAR, R.J.; SMITH, T.J.; CRAVO, M.S.; SÁNCHEZ, P.A. Doses e épocas de aplicação de fertilizantes nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.289-296, 1991.

MALAVOLTA, E.; Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1980. 20p.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; MACHETTI, M. E.; GONCALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.538-544, 2005.

RAMBO, L. **Integração de características de planta, de dossel e de solo para maior eficiência da adubação nitrogenada em cobertura em milho**. 2005. 178p. (Tese de doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F; BAYER, C. Testes de nitrato no solo como indicadores complementares no manejo da adubação nitrogenada em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1279-1287, 2004.

ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. Adubação foliar do feijoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 2, 1987, Botucatu. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, p.449-512.

SÁ, J.C.M. **Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema plantio direto**. 1996. 23P. (Monografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Passo Fundo, 1996.

SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.917-926, 2000.

SILVA, E.C.; FERREIRA, S.M.; SILVA, G.P.; ASSIS, R.L. & GUIMARÃES, G.L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.725-733, 2005.

SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; SOBRINHO, T.A.; FEDATTO, E.; ZANON, G.D.; HASEGAWA, E.K.B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira Milho Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2 p.55-62, 2003.

SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; CONSTANT, E.A.; FRIZZONE, J.A.; SANTOS, P.C. Efeito da adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cultivar Carioca, cultivada em um solo sob vegetação de cerrado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1982, Goiânia. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA, CNPAF, p.161.

SILVA, E. C. da; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. de; GUIMARAES, G. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5, p.725-733, 2005.

SABINO, J.C.; SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; PETTINELLI-JÚNIOR, A.; SABINO, N.P.; KONDO, J.I. Aplicação de uréia em cobertura e via foliar na cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.2, p.447-482, 1994.

TOMAZELA, A. L. **Adubação nitrogenada e de micronutrientes na produtividade e incidência de doenças foliares em milho**. 2005. 58p.Dissertação de Mestrado – ESALQ/USP, Piracicaba, 2005.

ULGER, A. C.; BECKER, A. C.; KHANT, G. Response of maize inbred lines and hybrids to increasing rates of nitrogen fertilizer. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v.159, n.1, p.157-163, 1995.