



## Teor foliar de nitrogênio e produtividade de grãos de milho em de culturas de cobertura, doses de N e residual de modos de aplicação de calcário em SPD.

**Edson Lazarini<sup>(1)</sup>; Tatiane Ganassim Pinheiro<sup>(2)</sup>, Luiz Gustavo Moretti de Souza<sup>(3)</sup>; Raul Sobrinho Pivetta<sup>(4)</sup>; João William Bossolani<sup>(2)</sup>; Carina Oliveira e Oliveira<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Professor Adjunto do Curso Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP, lazaroni@agr.feis.unesp.br <sup>(2)</sup> Alunos do Curso de Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP, tatiganassim@hotmail.com, joabossolani@gmail.com <sup>(3)</sup> Mestrando em Sistemas de Produção, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. souzamoretti@gmail.com <sup>(4)</sup> Doutorando em Sistemas de Produção, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. raulpivetta@gmail.com <sup>(5)</sup> Mestranda em Fitotecnia ESALQ/USP, Piracicaba – SP, carininha-oliveira@hotmail.com.

### RESUMO

Este estudo objetivou avaliar o teor foliar de nitrogênio e a produtividade de grãos da cultura do milho em função de culturas de cobertura, doses de nitrogênio e residual de diferentes modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto. O presente trabalho foi realizado na FEPE/UNESP – Campus de Ilha Solteira, o qual iniciou-se no ano agrícola de 2000/01 com a implantação do sistema plantio direto com o cultivo da soja. No ano agrícola de 2001/02, iniciaram-se os quatro modos de aplicação de calcário (dose total incorporada, dose total em superfície, parcelamento dose total em 2 ou 3 vezes, aplicadas em superfície) e testemunha. Nos anos agrícolas 2003/04, 2004/05 e 2005/06, a soja foi substituída pelo milho e subdividiu-se as parcelas para a instalação dos tratamentos com doses de N (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>). Nos anos agrícolas 2006/07, 2007/08 e 2008/09, a soja foi semeada em substituição ao milho. A partir da safra 2003/04 as culturas de cobertura foram sempre o milheto e a *Crotalaria juncea*. Na safra 2007/08, reaplicou-se em superfície 812 kg ha<sup>-1</sup> de calcário em superfície nos tratamentos com dose total incorporada ou em superfície e na testemunha. Nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12 o milho foi semeado em substituição a soja aplicando em cobertura as mesmas doses (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>) de N. Os resultados obtidos na safra 2011/12 permitiram concluir que a crotalaria com cultura de cobertura proporciona maiores teores foliares de N na cultura do milho em sucessão; a crotalaria supre parcialmente a necessidade de N pela cultura do milho em sucessão e o milho responde a adubação nitrogenada independente da cultura ser o milheto ou a crotalaria.

**Termos de indexação:** Adubação Nitrogenada; Crotalaria; Milheto; Calagem; Cerrado.

### INTRODUÇÃO

Desde então o sistema foi bastante difundido no país saltando de 4,1 mil hectares plantados no ano de 73/74 para 25,5 milhões no ano de 2005/06

de acordo com dados da FEBRAPDP (2014). Dentre as culturas implantadas com esse sistema se destacam a cultura do milho e da soja, sendo estes responsáveis por 80% da produção de grãos do país.

A técnica da adubação verde consiste em introduzir, em um sistema de produção, a espécie apropriada para depositar sobre o solo ou incorporar sua massa vegetal (BARRADAS, 2010). Os benefícios da prática da adubação verde relacionam-se diretamente com o ganho de matéria orgânica no sistema, proporcionando melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ESPÍNDOLA et al., 1997).

A crotalaria (*Crotalaria juncea*) e o milheto (*Pennisetum glaucum*) são plantas que vem sendo largamente utilizadas na região central do Brasil como adubação verde. A crotalaria é uma leguminosa que além de apresentar alto potencial para a produção de fitomassa, produção de fibras, adubação verde e controle da erosão do solo (MILLER, 1967).

Segundo Melgar et al. (1991), o nitrogênio é um dos nutrientes que apresentam os maiores efeitos no aumento da produção do milho, sendo o suprimento inadequado um dos principais fatores limitantes a produtividade de grãos.

Neste contexto, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o teor foliar de nitrogênio e a produtividade de grãos da cultura do milho em função de culturas de cobertura, doses de nitrogênio e residual de diferentes modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS (51°22'W e 20°22'S e altitude de 335 m), região esta caracterizada por clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação pluvial média anual é de 1.330 mm, com



temperatura média anual de aproximadamente 25°C e umidade relativa do ar média anual de 66%, sendo que o solo da área experimental de acordo com a nomenclatura atual é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (LVd).

Nessa área experimental, iniciou-se no ano agrícola 2000/01, um trabalho com modos e épocas de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto e culturas de cobertura na entressafra, tendo a soja, como a cultura principal, cultivada no período de primavera/verão.

Na análise química de uma amostra de solo da área experimental, coletada a 0 – 0,20 m de profundidade, antes da instalação do experimento (setembro/00), obteve-se um valor de V% = 48 e CTC de 65,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

O preparo do solo para a implantação da cultura da soja na safra 2000/01 foi convencional, com aração e gradagens leve. Após a colheita da soja, iniciou-se a instalação dos tratamentos com épocas e modos de aplicação da dose de calcário recomendada, baseando-se o cálculo da dose, obter uma saturação por bases de 70%, recomendada para o milho. Em função dos resultados da análise de solo, a dose de calcário determinada foi de 1,59 t ha<sup>-1</sup> utilizando-se neste caso o calcário dolomítico, o qual apresentava CaO–39,6%; MgO–13%; PN–102%; PRNT–91%; peneira ABNT 10 (2,0 mm)–100%, peneira ABNT 20 (0,84 mm)–93% e peneira ABNT 50 (0,3 mm)–80%.

Os tratamentos utilizados no início do experimento foram:

T1 - aplicação total da dose recomendada em outubro de 2001, incorporada a 0 – 0,20 m;

T2 - aplicação total da dose recomendada em outubro de 2001, em superfície;

T3 - aplicação de 1/2 da dose recomendada em outubro de 2001 e 1/2 em agosto de 2002, todas em superfície.

T4 - aplicação de 1/3 da dose recomendada em março de 2001, 1/3 em outubro de 2001 e 1/3 em agosto 2002, todas em superfície;

T5 - testemunha (sem aplicação de calcário).

A soja foi cultivada na área, novamente nos anos agrícolas 2001/02 e 2002/03, sempre no período de primavera/verão. As culturas de cobertura utilizadas foram: Semeadura em outubro/00 – milheto em área total. Semeadura em junho/01 - milho e sorgo. Semeadura em setembro/02 – capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) e sorgo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial (5 x 2), ou seja, 5 modos e épocas de aplicação de calcário e 2 culturas de cobertura em cada entressafra, com três repetições, onde cada parcela possuiu 15 x 12 m de dimensão. A partir do ano agrícola 2003/04, as culturas de cobertura sempre foram o milheto e a *Crotalaria*

*juncea*, semeadas na primavera com o milho em sucessão (2003/04, 04/05 e 05/06), subdividindo-se as parcelas para a aplicação anual de doses de N (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>). Portanto, o experimento passou a possuir tratamentos dispostos em um esquema fatorial 5x2x3, ou seja, 5 modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto, 2 culturas de cobertura de primavera (crotalaria e milheto) e 3 doses de nitrogênio em cobertura (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando-se como fonte o sulfato de amônio e a uréia. Todos os tratamentos apresentavam 3 repetições.

Nos anos agrícolas 2006/07, 2007/08 e 2008/09 a soja sucedeu o milho como cultura de verão, mantendo-se as culturas de cobertura implantadas na primavera, modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto e residual das doses de N aplicadas em cobertura na cultura do milho nos anos agrícolas anteriores. Em outubro de 2007, foi reaplicado em superfície e em todas as parcelas dos tratamentos T1, T2 e T5, 812 kg ha<sup>-1</sup> de calcário. O delineamento experimental portanto, passou a ser o em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial de 3x2x3, sendo residual de 3 doses de nitrogênio em cobertura (0, 90, e 180 kg ha<sup>-1</sup>), 2 culturas de cobertura (milheto (*Pennisetum americanum*) e crotalaria (*Crotalaria juncea*) e residual de 3 modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto. As parcelas possuíam 5 m de largura e 12 m de comprimento.

Logo, para este trabalho, foram avaliados apenas os tratamentos T1, T2 e T5, averiguando assim o residual dos modos de aplicação desde a instalação do experimento. Nos anos agrícolas 2009/10, 2010/2011 e 2011/12 substituiu-se a soja pelo milho e manteve-se as culturas de cobertura de primavera, e aplicou-se novamente, as mesmas doses de nitrogênio em cobertura, utilizando-se desta vez, apenas o sulfato de amônio como fonte N.

Serão apresentados os resultados obtidos apenas na safra 2011/12. As culturas de cobertura foram semeadas em 18/10/2011 e foram manejadas química e mecanicamente em 01/12. No dia 05/12/2015, foi semeada a cultura do milho, utilizando-se do espaçamento de 0,90 m e adubação de semeadura com 400 kg ha<sup>-1</sup>. O híbrido utilizado foi o AG 8088 VT Pró. A fonte de N utilizada foi o sulfato de amônio, aplicada em duas vezes entre os estádios de 4 a 8 folhas. A amostragem foliar ocorreu em 03/02/2012 e a colheita das espigas para determinação da produção de grãos foi realizada em 04/05/2012. O teor de N foliar foi determinado segundo metodologia de Malavolta et al. (1997). As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SISVAR.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nitrogênio encontrados nas folhas do milho apresentaram diferença significativa quanto as diferentes culturas de cobertura que antecederam o plantio, de modo que a crotalaria foi a cultura que proporcionou maior teor desse nutriente nas cultura do milho. Perin et al. (2006) relataram que a crotalaria em cultivo solteiro, apresenta em sua parte área  $173 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , sendo a metade deste N liberado em 15 dias após o manejo para a cultura subsequente. e segundo Monegati (1991), ela possui uma maior proporção de fitomassa no caule, altamente lignificado e fibroso, a relação carbono/nitrogênio (C/N) poderá ser acima de 25, valor considerado próximo ao equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização, o que também pode ter favorecido o maior aproveitamento do nitrogênio pela cultura do milho.

As doses de N influenciaram, positivamente, o teor de N foliar, com os dados se ajustando a uma equação quadrática crescente. De acordo com Cantarella et al. (1997), o teor adequado de N, nas folhas do milho, para um bom desenvolvimento e produção, está situado na faixa de  $27,5\text{-}32,5 \text{ g kg}^{-1}$  de matéria seca. Neste caso, somente com a dose de  $180 \text{ kg de N}$  testada, o teor do nutriente foi adequado.

A produtividade da cultura do milho apresentou resultados significativos para as diferentes doses de N, podendo ser observado um ajuste quadrático em função do aumento das doses de N.

Na Tabela 2, na dose 0 de nitrogênio o tratamento com a crotalaria como cultura de cobertura apresentou maior produtividade na cultura do milho. Esta menor produtividade do milho cultivado sobre milheto em relação à crotalaria, está diretamente relacionado a maior relação C/N deste proporcionando uma maior imobilização de N pelos microrganismos ao efetuar sua decomposição e consequentemente menor disponibilidade de N no sistema.

Apesar de apresentar desempenho inferior, o cultivo de milheto como cobertura do solo antecedendo o milho em SPD se mostrou viável, proporcionando boas produtividades a cultura, concordando com os dados obtidos por Carvalho et al. (2002).

Comparando as diferentes doses de nitrogênio dentro das culturas de cobertura tanto a crotalaria como o milheto apresentaram resultados significativos para a produtividade da cultura do milho. A crotalaria apresentou um crescimento linear e o milheto um ajuste quadrático em função do aumento das doses de N.

## CONCLUSÕES

A crotalaria com cultura de cobertura proporciona maiores teores foliares de N na cultura do milho em sucessão; a crotalaria supre parcialmente a necessidade de N pela cultura do milho em sucessão e o milho responde a adubação nitrogenada independente da cultura ser o milheto ou a crotalaria.

## REFERÊNCIAS

BARRADAS, Carlos Antônio de Almeida. **Adubação Verde**: Manual Técnico 25. Niterói: Rio Rural, 2010. 10 p

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van et al. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 45-71. (Boletim técnico, 100).

CARVALHO, M..A.C. **Sucessão de culturas a quatro adubos verdes em dois sistemas de semeadura**. 2002. 185 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G.; ALMEIDA, D. L. de. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP. **Evolução da área de plantio direto no Brasil**. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br>> acesso em: 30 out. 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MELGAR, R. J. et al. **Rates and dates of nitrogen fertilizer application for maize on a latossol in the central Amazonia region**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 15, n. 3, p. 289-296, 1991.

MILLER, R.H. **Crotalaria seed morphology, anatomy and identification**. Technical Bulletin, v. 1373, n. 1, p. 1-73, 1967.

MONEGATI, C. **Plantas de cobertura do solo: Características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. do autor, 1991. p. 337.



PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.;  
CECON, P.R.; GUERRA, J.G.M.; FREITAS, G.B.  
**Sunnhemp and millet as green manure for  
tropical maize production.** Scientia Agricola,  
Piracicaba, v.63, n.5, p.453-459, 2006.

**Tabela 01.** Valores de F e médias do teor foliar de N e produtividade de grãos da cultura do milho sob efeito do residual de modos de aplicação do calcário, culturas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, 2012.

Tratamentos	Teor foliar de N (g kg <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Totalmente Incorporado	22,79	4248
Totalmente Superficial	24,99	4308
Sem Aplicação	24,19	4642
DMS	2,68	1230
Milheto	22,95b	4281
Crotalária	25,03a	4517
DMS	1,81	833
0	18,53 <sup>(1)</sup>	2475 <sup>(2)</sup>
90	25,58	5148
180	27,86	5574
<b>Teste F</b>		
Modos de aplicação (M.A.)	2,07 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>
Culturas de cobertura (C.C.)	5,41*	0,33 <sup>ns</sup>
Doses de N (D.N.)	39,40**	22,28**
M.A.x C.C.	0,58 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
M.A. x D.N.	1,45 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
C.C. x D.N.	0,84 <sup>ns</sup>	3,62*
M.A. x C.C. x D.N.	1,14 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
<b>CV %</b>	13,71	34,32
<b>Média Geral</b>	23,99	4399

Valores seguidos de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. \* e \*\* significativo a 1 e 5%, <sup>ns</sup> – não significativo. <sup>(2)</sup>Y = -0,0002X<sup>2</sup>+0,10X+18,53 (R<sup>2</sup>=1,0). <sup>(2)</sup>Y = -0,138750X<sup>2</sup>+42,194756X+2475,308889 (R<sup>2</sup>=1,0).

**Tabela 2.** Desdobramento da interação residual de culturas de cobertura em relação a doses de nitrogênio significativa para produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). Selvíria – MS, 2011/12.

Tratamentos	Dose de N. (D.N.)			Regressões
	0 kg	90 kg	180 kg	
<b>Culturas de C. (C.C.)</b>				
<b>Crotalária</b>	3355,91A	5036,89	5160,86	y= 10,027531X+3615,414444 R=0,80
<b>Milheto</b>	1594,70B	5261,02	5988,85	y=-0,181388X <sup>2</sup> +57,061759X+1594,706667 R=1,0

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.