

EFEITO RESÍDUAL DE MODOS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO, CULTURAS DE COBERTURA E DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO.

Leandro Rebuá Rodrigues, Edson Lazarini, Aguinaldo José Freitas Leal, Elielda Mariane Lopes Fernandes. - Inter-áreas - Agronomia – Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira.

Após a instabilidade por qual o mercado agrícola passa somadas as adversidades ambientais, muitos que ainda permanecerão na atividade precisarão de algumas ferramentas para planejar suas lavouras, como exemplo, qual o melhor modo de aplicar o calcário de maneira que atinja seus objetivos e economize em operações mecanizadas, qual cultura de inverno optar para manutenção das áreas do sistema plantio direto, e outro fator de produção de grande influência nos custos de produção, é qual a dose de nitrogênio a aplicar na cultura do milho que vai render melhor produtividade. Sendo assim, a pesquisa tem papel fundamental de fornecer informações que auxiliam no desenvolvimento tecnológico. Na agricultura, observa-se a busca por uma recuperação do equilíbrio natural do solo, que passa necessariamente, pelo uso de sistemas de produção sustentáveis, do ponto de vista ambiental e econômico. É neste contexto que desenvolveu-se o sistema plantio direto (SPD), que se caracteriza pelo não preparo do solo, sendo o cultivo feito em terreno coberto por palhada durante tempo indeterminado, proporcionando efeitos significativos na conservação e melhoria do solo e da água, no aproveitamento de insumos na fertilidade do solo, no controle de plantas invasoras, na redução dos custos e na estabilidade de produção.

A utilização de sistemas de preparo com o mínimo ou nenhum revolvimento do solo promove melhoria da estrutura, porosidade, retenção e infiltração de água, atividade biológica (CATTELAN e VIDOR, 1990), conteúdo e teor de carbono orgânico e nitrogênio total no solo, capacidade de troca de cátions e conteúdo de nutrientes (BAYER e MIELNICZUK, 1997). O manejo de solos ácidos com resíduos vegetais é uma importante estratégia para diminuir a acidez, pois compostos orgânicos hidrossolúveis de baixo peso molecular, liberados no período inicial da decomposição, colaboram para a neutralização da acidez do solo (FRANCHINI et al., 1999).

De acordo com Hunter et al. (1995), a baixa fertilidade de um solo ácido pode ser corrigida tanto pela calagem quanto pela adição do adubo verde, especialmente em solos de cargas dependentes do pH. A calagem superficial no SPD, ainda é polêmica e com muitas questões a serem lucidadas (SÁ, 1997), isso porque as formas usuais de recomendação empregadas para cálculo da calagem não consideram as diferenças químicas no solo, proporcionadas pelo plantio direto, além de pouco se saber sobre a química do alumínio neste sistema de semeadura sobre a palha (PÖTTKER e BEN, 1998).

Rosolem et al. (2003) afirmam que a calagem aumenta a mineralização e a nitrificação, disponibilizando nitrogênio às plantas e aumentando a lixiviação de nitrato no perfil do solo, independente do modo e aplicação do corretivo. Muzilli e Oliveira (1982) citam que para obter altos rendimentos de grãos, é necessária, dentre outros fatores, uma adequada disponibilidade de nutrientes às plantas. O nitrogênio é o elemento que mais freqüentemente limita o rendimento de grãos de milho e o que proporciona as maiores respostas de rendimento de grãos da cultura. Segundo Aratani (2003) para o cultivo de milho no sistema plantio direto sobre palha de milheto na região de cerrado, é essencial a realização da adubação nitrogenada. Segundo Cantarella (1993), no Brasil, a magnitude das respostas a nitrogênio tem sido variável, mas a maioria dos ensaios indica respostas significativas a doses entre 30 e 90 kg.ha⁻¹ de N.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito residual de modos e épocas de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto, culturas de cobertura na entressafra e doses de nitrogênio na cultura do milho. O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS (51°22'W, 20°22'S e aproximadamente 335 m de altitude). O solo da área experimental, segundo a nova classificação brasileira, corresponde ao LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd) (EMBRAPA, 1999). O delineamento

experimental inicialmente utilizado, foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial (5 x 4) com três repetições, onde cada parcela possuiu 15 x 12m de dimensão.

A área que foi utilizada, inicialmente em plantio convencional, teve o sistema de plantio direto (SPD) implantado há partir da safra 2000/01, com o cultivo da soja. Posteriormente, antecedendo o cultivo da soja nas safras 2001/02 e 2002/03, realizou-se a instalação dos modos de aplicação de calcário (T1; T2; T3 e T4) e culturas de cobertura na entressafra 2001 - milho e sorgo, na entressafra 2002 capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana* (L.)) e sorgo respectivamente. Para a safra 2003/04 as culturas de cobertura (entressafra) foram substituídas respectivamente por miheto (*Pennisetum americanum* (L.) e crotalária (*Crotalaria juncea*), e a cultura de verão (principal) utilizada foi o milho, semeado em sistema plantio direto, com subdivisão das parcelas para alocação das três doses de N (0, 90 e 180 kg.ha⁻¹). Estes mesmos tratamentos e sistema de cultivo foram mantidos no ano agrícola 2004/05 e 2005/06. Portanto, o experimento constitui-se em forma de delineamento em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um esquema (5x3x2) com três repetições.

Os tratamentos utilizados no ensaio foram:

A- Épocas e modos de aplicação da dose de calcário recomendada na implantação do sistema plantio direto:

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

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).

B- Culturas de cobertura: Milheto e Crotalária.

D- Doses de nitrogênio na cultura do milho: 0; 90 e 180 kg.ha⁻¹ de N.

No dia 06 de setembro de 2005, foi realizado o plantio das culturas de cobertura (milheto e crotalária) utilizando-se de uma semeadora apropriada para o SPD e regulada respectivamente para 12 sementes.m⁻¹ de sulco e 20 kg.ha⁻¹ de sementes, e adotando-se um espaçamento de 0,34 m entre linhas. Em 14/11/2005, as culturas de cobertura foram manejadas com rolo-faca e com dessecação das plantas remanescentes no dia 28/11/05, aplicando-se os herbicidas (glifosato e chlorymuron ethyl). O milho foi semeado no dia 15/12/05, utilizando-se uma semeadora apropriada para plantio direto equipada com facão no sistema de distribuição de adubo, adotando-se espaçamento de 0,9 m e densidade de semeadura de 5,4 sementes.m⁻¹ de sulco do híbrido triplo AGN-20A20 tratadas com inseticida tiodicarb na dose recomendada pelo fabricante. A quantidade de P e K utilizada na semeadura foi semelhante em todas as parcelas, utilizando-se como fonte o superfosfato simples e cloreto de potássio nas doses de 300 kg.ha⁻¹ e 80 kg.ha⁻¹, respectivamente. As doses de nitrogênio na cultura do milho foram aplicadas na forma de sulfato de amônio, utilizando um adubador de discos apropriado para o SPD, divididas em duas aplicações, no caso da dose de 90 e em três no caso da dose 180 kg.ha⁻¹ de N. A primeira aplicação foi realizada logo após a semeadura (20/12/05), com 20 kg.ha⁻¹ de N em todas as parcelas, exceto nas de dose 0 de nitrogênio; a segunda aplicação, com 70 kg.ha⁻¹ de N, foi realizada quando as plantas de milho se encontravam com 3 a 4 folhas totalmente abertas (06/01/06) e a terceira apenas nas parcelas do tratamento com a dose total de 180 kg.ha⁻¹ de N, quando as plantas possuíam de 6 a 7 folhas (18/01/06), sendo nesta ocasião aplicado 90 kg.ha⁻¹ de N.

Na tabela 1 encontram-se os resultados obtidos na análise estatística dos dados das características agrônomicas avaliadas e população de plantas.

Verifica-se que a população de plantas e a alturas de planta não foram influenciadas pelos tratamentos avaliados. Os tratamentos com modos de aplicação de calcário não influenciaram nas características avaliadas, de forma individual ou em interação com os demais tratamentos. Quanto a altura da inserção de espiga, apesar do teste F ter sido significativo para modos de aplicação de calcário, não se observa diferença significativa entre as médias obtidas, através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, o mesmo acontecendo com a interação modos de aplicação de calcário x doses de N. Quanto à interação culturas de cobertura x doses de N significativa para altura de espiga (Figura 1a) verifica-se que, o milho quando cultivado após crotalária manteve uniforme altura de espiga, diferente de quanto cultivado após o milheto, onde apresentou baixa altura de espiga na menor dose de N aplicado. Na figura 1b verifica-se que o número de grãos/espiga variou de forma gradativa

em função das doses de N utilizadas, tendo nesta característica, obtido maior valor quando a cultura de cobertura foi a crotalária (Tabela 1), provavelmente pelo fato da crotalária ser uma leguminosa e poder fornecer mais N ao milho, durante o seu ciclo, em relação ao milheto.

Tabela 1. Valores de F e médias de altura de planta e espiga, população de plantas, número de grãos por espiga, massa de 1000 de grãos e produção de grãos. Selvíria-MS, 2005/06.

Tratamentos	alt. de planta	alt. espiga	população	grãos/espiga	massa de 1000 grãos	produção
	cm		plantas.ha ⁻¹		g	kg.ha ⁻¹
Milheto	180,8	91,1	52018	356 b	300,98	4863
Crotalária	184,6	100,4	51658	402 a	310,84	5741
Incorporado	179,7	90,0	50000	388	310,77	4740
Total ⁽¹⁾	184,3	97,7	52163	382	320,15	5500
1/2+1/2 ⁽²⁾	182,5	98,5	52714	376	300,63	5039
1/3+1/3+1/3 ⁽²⁾	178,9	99,6	51996	388	310,64	5645
Sem calcário	181,1	93,0	52419	360	300,87	5585
Teste F						
Cobertura(C)	0,1382 ^{ns}	21,026**	0,097 ^{ns}	9,414**	3,317 ^{ns}	9,447**
Modos (M)	0,1785 ^{ns}	3,256*	0,743 ^{ns}	0,477 ^{ns}	1,435 ^{ns}	1,523 ^{ns}
Doses N (N)	0,4528 ^{ns}	8,258**	0,128 ^{ns}	19,965**	18,013**	45,986**
C x M	0,7263 ^{ns}	0,760 ^{ns}	0,293 ^{ns}	0,317 ^{ns}	0,536 ^{ns}	0,140 ^{ns}
C x N	0,3379 ^{ns}	12,374**	1,116 ^{ns}	1,311 ^{ns}	3,328*	6,027**
M x N	0,0962 ^{ns}	2,210*	1,118 ^{ns}	1,344 ^{ns}	1,061 ^{ns}	1,874 ^{ns}
CV (%)	7,58	8,83	13,61	17,11	7,56	19,42

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

⁽¹⁾-Dose total aplicada em superfície.

⁽²⁾-Doses parceladas aplicadas em superfície.

Na Figura 2a, verifica-se que a massa de 1000 grãos teve comportamento linear e crescente, quando o milho foi cultivado sobre resíduos de crotalária e quadrático quando o mesmo foi cultivado sobre milheto. Na comparação entre as culturas, apenas houve diferença significativa na dose 0 de N, onde novamente a crotalária destacou-se com maior valor.

Quanto à produção de grãos, nota-se que após sucessão com a crotalária, o milho produziu 878 kg.ha⁻¹ a mais em relação ao milheto. Os modos de aplicação de calcário não influenciaram a produção de grãos. Ainda em relação à produção de grãos, houve uma interação entre culturas de cobertura e doses de N, destacando-se que houve um aumento na produção de grãos com o aumento das doses de N (Figura 2), havendo menor diferença a medida que a dose de N aumenta. De acordo com o gráfico de regressão, a dose que corresponde à maior produção de grãos, é a de 132 kg.ha⁻¹, produzindo 6403 kg.ha⁻¹ de grãos em sucessão à crotalária, e para o milheto a dose de maior produção, foi de 151 kg.ha⁻¹ de N produzindo 6185 kg.ha⁻¹ de grãos. O milho produziu mais em sucessão à crotalária na dose 0 de N, em relação ao milheto, devido a maior relação C/N do milheto sem nenhuma adubação nitrogenada, causa deficiência de N para o milho no momento da mineralização da matéria orgânica.

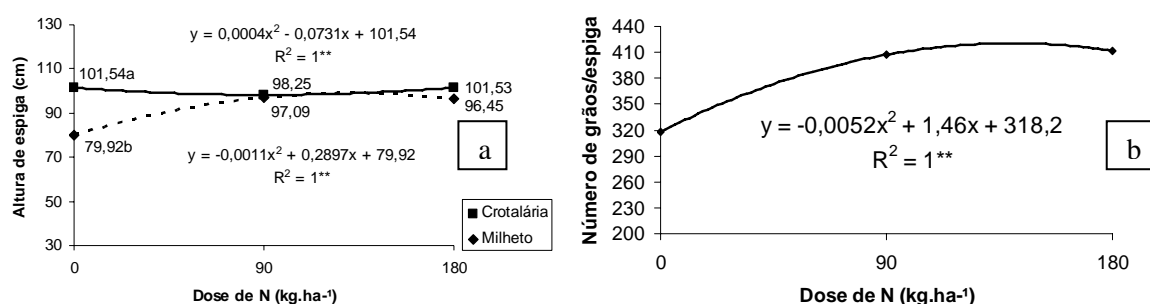


Figura 1. Desdobramento da interação culturas de cobertura e doses de N significativo para altura de inserção da espiga (a) e número de grãos/espiga em função de doses de N utilizadas (b). Selvíria-MS, 2005/06.

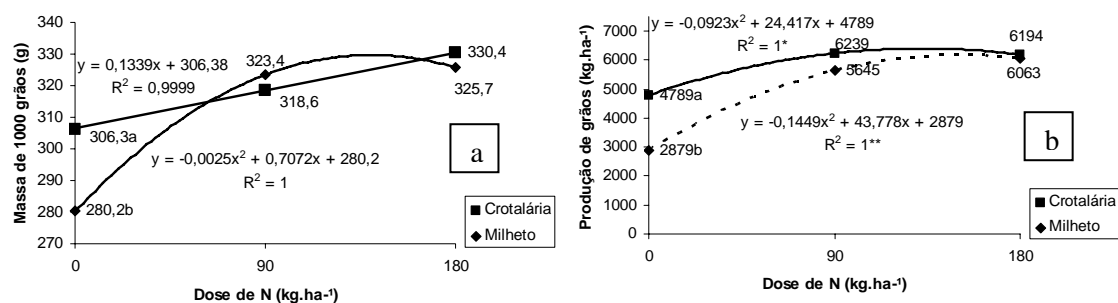


Figura 2. Desdobramento da interação culturas de cobertura x doses de N, significativa para massa de 1000 grãos e produção de grãos. Selvíria-MS, 2005/06.

Neste sentido, conclui-se que:

- A crotalária mostra-se como melhor cobertura para anteceder o milho, principalmente em baixas doses de N na adubação;
- A produção de grãos teve maiores aumentos com a dose crescente de N sobre milheto, mas foi sempre menor que quando a cultura de cobertura foi a crotalária;
- A maior produção de grãos foi obtida com as doses de 151 e 132 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente, quando o milho foi cultivado sobre milheto e crotalária.

Referências Bibliográficas

- ARATANI, R.G. **Culturas de cobertura e épocas de aplicação de nitrogênio para as culturas de milho e soja em plantio direto na região de cerrado**. 2003. 80f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Conteúdo de nitrogênio total em um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.21, n.2, p.235-239, 1997.
- CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BULL, L.T. **A Cultura do Milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.147-185.
- CATTELAN, A.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.14, n.1, p.133-144, 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412p.
- FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M.; CAUDÊNCIO, C.A. Alterações a fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, n.2, p.459-467, 2000.
- HUNTER, D. J.; YAPA, L. G. G.; HUE, N. V.; EAQUB, M. Comparative effects of green manure and lime on the growth of sweet corn and chemical properties of an acid oxisol in Western Samoa. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 26, n. 1, p. 375- 388, 1995.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L. Nutrição e adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ. **O milho no Paraná**. Londrina, 1982. p.88-104.(Circular,29).
- PÖTTKER, D.; BEN, J.R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, n.1, p.675-684, 1998.
- ROSOLEM, C.A.; FOLONI, J.S.; OLIVEIRA, R.H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p. 301-309, 2003.
- SÁ, J.C.M. Parâmetros para recomendação de calagem e adubação no sistema de plantio direto. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2, 1997, Pato Branco. **Resumos de palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997. p.63-81.

Bolsa: CNPq/PIBIC