

Sistemas de adubação nitrogenada na sucessão aveia/ milho sob plantio direto ⁽¹⁾.

Silas Maciel de Oliveira⁽²⁾; **José Laércio Favarin**⁽⁴⁾; **Bruno Cocco Lago**⁽³⁾; **Rodrigo Estevan Munhoz de Almeida**⁽³⁾; **Clovis Pierozan Júnior**⁽³⁾; **André Frões de Borja Reis**⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação Agrisus e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo; ⁽²⁾ Aluno de pós-graduação da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba- São Paulo. silasmaciel2000@hotmail; ⁽³⁾ Aluno de pós-graduação da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; ⁽⁴⁾ Professor Dr. da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

RESUMO: Em parte da área de plantio direto, produtores de milho antecipam a aplicação do nitrogênio (N), que seria feita em cobertura no milho, fornecendo o nutriente exclusivamente na semeadura do milho ou na cultura de outono-inverno, por exemplo, aveia. Essa antecipação é feita no perfilhamento ou após a dessecação da aveia, dias antes da semeadura do milho. O uso da fertilização antecipada é atribuído ao rendimento operacional. Avaliou-se neste trabalho a influência do sistema de adubação na produtividade e no estado nutricional do milho, em relação ao N. As lavouras de milho foram conduzidas nos municípios de Guarapuava- PR após a aveia-branca (*Avena sativa*) e Taquarituba-SP após aveia-preta (*Avena stringosa*). Adotou-se delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, dos seguintes tratamentos: N no perfilhamento da aveia; N após a dessecação da aveia, 20 dias antes da semeadura do milho; N exclusivamente na semeadura do milho; N em cobertura no estágio V3 do milho, e N em duas coberturas, nos estádios V3 e V6 do milho. Em ambas as localidades o estado nutricional do milho não foi prejudicado, pois as concentrações de N estavam dentro ou acima da faixa considerada adequada. A explicação pelo não prejuízo à nutrição deve-se a reserva de N no solo, evidenciada pelo teor de matéria orgânica do solo (M.O.S.). A produtividade também não variou com o sistema de adubação. A ausência de resposta da produtividade ao sistema de adubação nitrogenada atribui-se a não alteração do estado nutricional do milho.

Termos de indexação: Aproveitamento do N, adubação antecipada, nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) é o mais utilizado no cultivo de milho (*Zea mays*) e ocupa cerca de 15% da área agricultável do país (CONAB, 2012). Em parte dessa área os produtores antecipam a aplicação do N, que seria feita no milho, na cultura

de outono-inverno, por exemplo, aveia. Essa antecipação é feita no perfilhamento ou após a dessecação da aveia, dias antes da semeadura do milho. O uso da fertilização antecipada é atribuído ao rendimento operacional, redução do custo da semeadura (Mattos et al., 2006). Entretanto, inúmeras pesquisas feitas sobre adubação antecipada no milho não são conclusivas (Sá, 1999; Basso & Cereta, 2000; Amado et al., 2000; Mai et al., 2003; Pöttker & Wiethölter, 2004; Lara-cabezas et al., 2005; Santos et al., 2010). O mesmo pode-se dizer da adubação feita exclusivamente no milho, seja na semeadura e/ou em cobertura (Argenta & Silva, 1999; Gomes et al., 2007).

A adubação antecipada do N aumenta o período de exposição do nutriente, proveniente do fertilizante, aos processos que podem ocasionar perda e imobilização no solo (**Figura 1**).

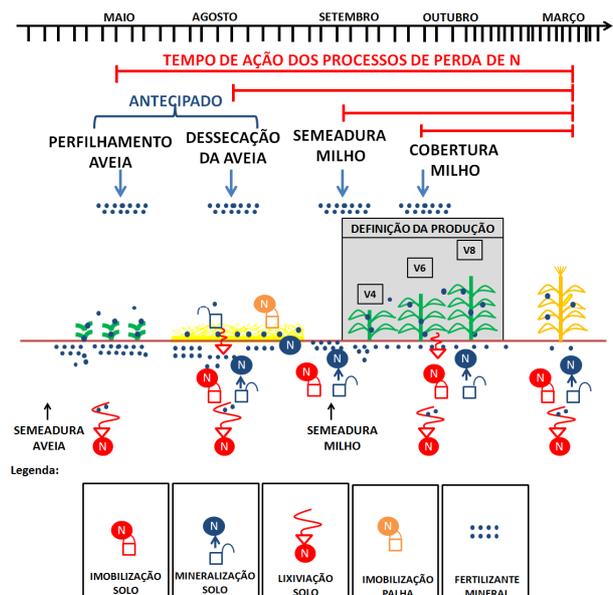


Figura 1: Problema relacionado com a pesquisa proposta, apresentado de forma esquemática.

Este resumo apresenta resultados preliminares da pesquisa “*Dinâmica do N no ambiente solo-planta; em razão do sistema de adubação*” realizada com o objetivo de compreender a dinâmica do N em relação à eficiência do aproveitamento do nutriente pela aveia e o milho, a contribuição do solo e o balanço do ^{15}N nos compartimentos: resíduos, solo e milho.

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência do sistema de adubação na produtividade e no estado nutricional do milho, em relação ao N.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada nos municípios de Guarapuava - PR e Taquarituba – SP. O clima em Guarapuava é subtropical úmido, tipo Cfb a 1120 m de altitude, e em Taquarituba é subtropical úmido, do tipo Cfa a 630 m de altitude. Ambas as áreas experimentais o solo é classificado como Nitossolo Vermelho, com textura muito argilosa (51 g dm^{-3} de M.O.S.) em Guarapuava, e argilosa em Taquarituba (40 g dm^{-3} M.O.S.).

A semeadura da aveia no Paraná foi realizada em abril de 2012, e em São Paulo em maio do mesmo ano.

O híbrido de milho P1630H foi semeado a 0,7 m entre linhas, em setembro de 2012, em Guarapuava, e a colheita foi realizada em março de 2013. Em Taquarituba semeou o híbrido DKB390H em novembro de 2012, espaçado a 0,45 m entre linhas, e colhido em abril de 2013. Os híbridos usados são recomendados para as regiões e exigem solos férteis, para expressão do potencial produtivo.

Adotou-se delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, dos seguintes tratamentos: T1 - N no perfilhamento da aveia; T2 - N após a dessecação da aveia, 20 dias antes da semeadura do milho; T3 - N na semeadura do milho; T4 - N em cobertura no estádio V3 do milho, e T5- N em duas coberturas, nos estádios V3 e V6.

Como fonte de N utilizou-se a uréia, incorporada ao solo a fim de reduzir as perdas por volatilização. O total de N aplicado em Guarapuava e Taquarituba foi 230 e 190 kg ha^{-1} de N, nessa ordem, com base no histórico de produtividade dessas áreas. Na semeadura, em todos os tratamentos, aplicou-se 50 kg ha^{-1} de N em Guarapuava e 40 kg ha^{-1} de N em Taquarituba. O restante do N foi fornecido em conformidade com os respectivos tratamentos.

Avaliou-se no milho a concentração de N nas folhas diagnóstico, abaixo e oposta à primeira espiga superior sem a nervura central, e a produtividade na maturidade fisiológica. A análise

química do nitrogênio presente na folha foi efetuada de acordo com Sarruge & Haag (1974).

A produtividade de grãos foi apresentada na mesma umidade (130 g de água por kg de grãos ou 13%).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade quando necessário. Nesse procedimento utilizou o programa “Statistical Analysis System versão Windows 9.2 (SAS Inst., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de N foliar do milho cultivado em Guarapuava, não foi influenciada pelo sistema de adubação, como indicam os dados apresentados na **tabela 1**. O estado nutricional do milho também não foi prejudicado, pois as concentrações de N estavam dentro ou acima da faixa considerada adequada 27 a 35 g kg^{-1} de N (Raj et al., 1997). Esse resultado pode ser explicado pelo teor de M.O.S. (51 g dm^{-3}), devido a mais de 30 anos sob plantio direto.

Tabela 1 - Estado nutricional do milho em relação ao N, no experimento em Guarapuava.

Sistema de aplicação N	N g kg^{-1}
T1 - N no perfilhamento da aveia	36,0
T2 - N após dessecação aveia	35,6
T3 - N na semeadura milho	34,7
T4 - N no estádio V3 milho	35,9
T5 - N no estádio V3 + V6 milho	35,8
CV %	4,5
Pr>F	0,76

A aplicação de N no perfilhamento da aveia, em Taquarituba, apresentou a menor concentração de N foliar, enquanto que o parcelamento do nutriente em duas épocas no milho proporcionou uma maior concentração de N na folha (**Tabela 2**). Apesar de haver diferença na concentração foliar de N, o estado nutricional não foi prejudicado pelo sistema de adubação. Novamente, a explicação pelo não prejuízo à nutrição deve-se a reserva de N no solo, evidenciada pelo teor de MOS (40 g dm^{-3}), em solo há três anos sob plantio direto, mas que era ocupado anteriormente por pastagem.

A produtividade também não variou com o sistema de adubação, em ambas as localidades (**Tabela 3**). A ausência de resposta da produtividade

ao sistema de adubação nitrogenada atribui-se a não alteração do estado nutricional do milho, uma vez que a única fonte de variação foi o método de adubação. A maior produtividade de grãos em Guarapuava, média 14.179 Mg ha⁻¹ em comparação à média 6.949 Mg ha⁻¹ de Taquarituba, pode ser explicada pela diferença entre os genótipos e, também, pelo ambiente, uma vez que a altitude de Guarapuava (1.120 m) é superior aos 630 m da região de Taquarituba. Sabe-se que a fotossíntese não varia muito com a temperatura em plantas de ciclo C4. Entretanto, a fotossíntese líquida, saldo para a granação, certamente foi superior em Guarapuava, uma vez que o consumo da reserva orgânica, por meio da respiração, é inferior em locais de maior altitude.

Tabela 2 – Estado nutricional do milho em relação ao N, no experimento em Taquarituba

Sistema de aplicação N	N g kg ⁻¹
T1 – N no perfilhamento da aveia	32,4 c
T2 - N após dessecação aveia	34,1 bc
T3 - N na semeadura do milho	34,1 bc
T4 - N no estádio V3 do milho	35,0 ab
T5 - N no estádio V3 + V6 do milho	36,9 a
CV %	3,2
Pr>F	0,0015

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5 %.

Os resultados da presente pesquisa corroboram os dados de trabalhos anteriores, em que o N também foi aplicado em diferentes estádios na cultura do milho, ou seja, não houve diferença para a produtividade de grãos (Silva et al., 2006; Pöttker & Wiethölter, 2004; Duete et al., 2008). Em relação à antecipação da adubação do milho na aveia, Basso & Cereta, (2000) e Ceretta et al., (2002) também constataram em plantio direto, que a antecipação do N na aveia não afetou a produtividade do milho, em comparação a aplicação feita na semeadura e em cobertura.

Tabela 3 - Produtividade média de grãos nas duas localidades

Sistema de aplicação N	Mg ha ⁻¹	Local
T1 – N no perfilhamento aveia	13.546	Guarapuava
T2 - N após dessecação aveia	14.922	
T3 - N na semeadura do milho	14.464	
T4 - N estádio V3 do milho	14.242	
T5 - N estádio V3 + V6 do milho	13.720	
CV %	12,47	
Pr>F	0,99	
T1 – N no perfilhamento aveia	6.589	Taquarituba
T2 - N após dessecação aveia	7.080	
T3 - N na semeadura milho	7.084	
T4 - N estádio V3 milho	7.099	
T5 - N estádio V3 + V6 milho	6.894	
CV %	17,57	
Pr>F	0,96	

CONCLUSÕES

O sistema de adubação, em solo com alto teor de matéria orgânica em plantio direto, não influencia o estado nutricional e a produtividade do milho.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Agrisus pelo apoio financeiro para realização deste projeto e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de Mestrado.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

AMADO, T.J.C.; 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, 24:179-189, 2000.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. Adubação nitrogenada em milho implantado em semeadura direta após aveia preta. Ciência Rural, Santa Maria. v.29; p.745-754, 1999.

BASSO, C.J.; CERETTA, C. A Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de coberturas de solo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa. v. 24; p.905-915, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em:



http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_graos_-_setembro_2012.pdf

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; DIEKOW, J.; AITA, C.; PAVINATO, P.S.; VIEIRA, F.C.B. & VENDRUSCULO, E.R.O. Nitrogen fertilizer split-application for corn in no-till succession to black oats. *Sci. Agric.*, 59:549-554, 2002

DUETE, R.R.C.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C. da; TRIVELIN, P.C.O.; AMBROSANO, E.J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (^{15}N) pelo milho em Latossolo Vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.161-171, 2008.

GOMES, R.F.; SILVA, A.G.; ASSIS, R.L.; PIRES, F.R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa. v. 31, n. 5, p. 931-938, 2007.

LARA-CABEZAS, W.L.; ARRUDA, M.R. de; CANTARELLA, H.; PAULETTI, Volnei; TRIVELIN, P.C.O.; BENDASSOLLI, J.A. Imobilização de nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicado em pre-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n.2, p. 215-226, 2005.

MAI, M.E.M.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; SILVEIRA, M.J.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P.S. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-preta/milho no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. v.38, p.125-131, 2003.

MATTOS, M.A.; SALVI, J.V.; MILAN, M.; Pontualidade na operação de semeadura e a antecipação da adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja. *Revista de Engenharia Agrícola*, Jaboticabal. v.26, n. 2, p.493-501, maio/ago. 2006.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S.; Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria. v.34, n.4, p.1015-1020, jul-ago, 2004.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.(Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p56. (Boletim Técnico, 100)

SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIM, V.; FURTINI NETO, A.E. e CARVALHO, J.G. (eds.). *Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Lavras: SBCS, p.267-319. 1999.

SANTOS, M.M.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, I.R.; MIRANDA, G.V.; FINGER, F.L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (^{15}N) na planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa. v.34, n.4, p.1185-1194, 2010.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, Setor de Nutrição Mineral de Plantas, p 23-27. 1974.

SAS Institute Inc. *The SAS System*, release 9.2. SAS Institute Inc., Cary:NC, 2008.

SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M.E.C. & TRIVELIN, P.C.O. Aproveitamento do nitrogênio (^{15}N) da crotalaria e do milho pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. *Ci. Rural*, 36:739-746, 2006.