

Produção do girassol em dois sistemas de semeadura em função da adubação verde de inverno associada a doses de NPK

Vilson Wendt¹, Leonardo Theodoro Büll^{2*}, Juliano Corulli Corrêa³ e Carlos Alexandre Costa Crusciol³

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Departamento de Recursos Naturais/Área Ciência do Solo, FCA, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Cx. Postal 237, 18603-970. Botucatu, São Paulo, Brasil. ³Departamento de Produção Vegetal/Área Agricultura, FCA, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Cx. Postal 237, 18603-970. Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: bull@fca.unesp.br

RESUMO. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adubação verde de inverno associada a três doses de NPK, na cultura do girassol em dois métodos de preparo do solo. O delineamento experimental foi blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições, com parcelas constituídas de dois métodos de preparo, convencional e plantio direto e as subparcelas com dois tipos de adubação verde, aveia preta e vegetação espontânea, associado a três doses de NPK (00-00-00, 10-45-45, 20-90-90 kg ha⁻¹). Os métodos de preparo de solo não influenciaram as características agrônômicas, rendimento de grãos e seus componentes na cultura do girassol. A adubação verde influenciou positivamente o crescimento das plantas, o rendimento de grãos e o óleo comestível de girassol, sendo que a aveia preta proporcionou redução na dose de fertilizante mineral e maior desenvolvimento e comprimento médio do sistema radicular de girassol em relação ao pousio de inverno.

Palavras-chave: aveia preta, adubação verde, plantio direto, plantio convencional, adubação mineral.

ABSTRACT. Green fertilization effect, associated to NPK doses, in sunflower crop in two sowing systems. The aim of this research was to evaluate the winter green fertilization effects related to three rates of NPK, in sunflower crop under prepared method, through agronomical characteristics of grain yield and components. The experimental design was split plot, with four replications. The number of each plot represented the preparation method (tillage and no-tillage), the sub-plot represented the winter green fertilization (black oat and spontaneous vegetation) related to three rates of NPK (00-00-00; 10-45-45 e 20-90-90 kg ha⁻¹). The tillage and no-tillage systems did not affect the agronomical characteristics, nor grain yield and components in sunflower crop. The green fertilization improved sunflower growth, grain yield and edible oil. The fertilization with black oat caused a decrease in the mineral fertilizer dose in the sunflower crop and higher development and average length of the radicular system.

Key words: black oat, green fertilizer, no-tillage, tillage, mineral fertilization.

Introdução

Para que os sistemas agrícolas sejam estáveis e continuem produtivos é necessário manter adequadas as propriedades do solo e adicionar os nutrientes conforme a necessidade da cultura, através de métodos racionais que não tornem oneroso o processo de produção. A rotação de culturas é indispensável ao adequado desenvolvimento de uma agricultura estável. Entende-se por adubação verde a incorporação ao solo de plantas não maduras, através de implementos ou da ação biológica, cultivadas para esse fim (Wildner e Dadalto, 1991; Derpesch *et al.*, 1991).

A adubação verde em sucessão no sistema de plantio direto contribui para reverter o processo de degradação do solo, modificando as propriedades

químicas, físicas e biológicas, em consequência do aumento da matéria orgânica, devido ao ambiente menos oxidativo, ao menor contato dos resíduos com o solo, promovendo impacto direto na fertilidade, principalmente nas camadas superficiais (Santos e Tomm, 1996; Cattelan *et al.*, 1997; Silva e Mielniczuk, 1997; Miyazawa *et al.*, 2000).

A associação dos métodos de preparo do solo com o sistema de rotação de cultura e adubação são importantes na cultura do girassol, com relação à nutrição dessa oleaginosa.

Os trabalhos de Tanaka (1981) e Zagonel e Munsdostock (1991) mostram o efeito benéfico do nitrogênio na cultura do girassol, aumentando a altura de planta, diâmetro do caule, produtividade de grãos e o rendimento de óleo, sendo que o excesso pode diminuir a concentração de óleo que, no entanto, é

compensada pela maior produtividade (Zubriski e Zimmermann, 1974).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do manejo do solo nos sistemas de semeadura convencional e direta e a ação da adubação verde de inverno associada a três doses de NPK na cultura do girassol.

Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no município de Eldorado do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, durante o ano agrícola de 1990/1991.

O solo da área na qual o experimento foi conduzido é classificado como Cambissolo Vermelho distrófico (Embrapa, 1999), com as seguintes características químicas pH (SMP) = 5,7; M.O. = 22 g kg⁻¹; P = 3 mg kg⁻¹; H+AL = 23 mmolc dm⁻³; K = 1,3 mmolc dm⁻³; Ca = 18 mmolc dm⁻³; Mg = 12 mmolc dm⁻³; CTC = 5,65 mmolc dm⁻³; V = 59% e Argila = 330 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o fatorial 2x6, em blocos casualizados e parcelas subdivididas, com quatro repetições. Na parcela principal foram colocados os dois sistemas de manejo do solo, representados pelo sistema convencional, Estado de Santa Catarina e o sistema plantio direto - SD e, nas sub parcelas, foram locados os dois sistemas de adubação verde de inverno associados a três níveis de adubação, representados pelos tratamentos: Aveia preta + zero de NPK - AZ; aveia preta + ½ dose de NPK - AM; aveia preta + dose integral de NPK - AI; pousio invernal + zero de NPK - PZ; pousio invernal + metade da dose de NPK - PM e pousio invernal + dose integral de NPK - PI. A adubação com o fertilizante NPK constou das seguintes formulações 0-0-0, 10-45-45 e 20-90-90.

Inicialmente realizou-se o cultivo da aveia preta utilizando-se 80 kg ha⁻¹ de sementes. Quando as plantas atingiram a fase de perfilhamento, realizou-se a adubação de cobertura na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia, quando se encontravam na fase de floração (114 dias), tanto para aveia como para o pousio. No manejo convencional, as plantas foram incorporadas através de aração e gradagem, e no plantio direto as plantas foram dessecadas com herbicida glyphosate e mantidas na superfície do solo. Neste mesmo período foram determinados a matéria verde, matéria seca e concentração e quantidade de nitrogênio acumulados.

A cultura do girassol foi semeada utilizando a cultivar DK-180, no espaçamento de 71 cm entre linhas e na densidade de 3,6 sementes/metro, resultando uma população de 50.000 plantas por hectare. Quando as plantas atingiram o estágio V₄

realizou-se a adubação de cobertura na dose de 30 kg de nitrogênio por hectare, na forma de uréia. No estágio R₅ foram avaliados altura de planta, concentração de nitrogênio na folha e comprimento de raízes. Na maturação fisiológica (estádio R₉) e colheita foram analisados diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, número de grãos por capítulo, produtividade de grãos e teor e rendimento de óleo comestível.

As raízes foram coletadas pelo método de escavação descrito por Böhm (1979) e a avaliação do comprimento de raízes foi determinado pelo método descrito por Tennant (1975), utilizando-se a fórmula $R = 11/14 \times N \times G$, em que (R) é o comprimento das raízes em cm, (N) o número de intersecções na grade e (G) o tamanho da grade em cm.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A aveia preta apresentou produção de matéria seca da parte aérea de 5.760 kg ha⁻¹. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Medeiros *et al.* (1984) e Aita *et al.* (1994). A concentração de nitrogênio encontrada na parte aérea das plantas de aveia preta foi de 22,3 g kg⁻¹, isso significa que a cultura reciclou 128 kg de nitrogênio por hectare. Esses valores são próximos aos encontrados por Wildner e Dadalto (1991).

A produção de matéria seca da vegetação espontânea foi de 1.478 kg ha⁻¹. Esses resultados corroboram os encontrados por Aita *et al.* (1994). A concentração de nitrogênio foi de 14,1 g kg⁻¹ MS, reciclando, assim, uma quantidade de 21 kg de nitrogênio por hectare. A M.O. através das trocas iônicas tem importância fundamental no suprimento de nutrientes às plantas, na ciclagem de nutrientes e na fertilidade do solo (Canellas *et al.*, 2000). Em solos mais intemperizados, as substâncias húmicas contribuem de formas significativas para a densidade de cargas negativas da superfície, aumentando dessa forma a maior adsorção de cátions nos colóides do solo, permitindo maior disponibilidade desses às plantas, melhorando o desenvolvimento das raízes e parte aérea e, conseqüentemente, a produtividade na cultura do girassol.

Os sistemas de manejo de solo não influenciaram as características agronômicas avaliadas (Tabelas 1 e 2). Essa cultura adapta-se a ambos os sistemas, independente das condições físicas, químicas e biológicas que cada um possui distintamente (Santos e Tomm, 1996; Silva e Mielniczuk, 1997; Cattelan *et al.*, 1997; Miyazawa *et al.*, 2000), podendo, assim, ser cultivada tanto no sistema de plantio direto quanto no convencional.

De acordo com a Tabela 1, nota-se resposta diferencial na altura de plantas. O maior valor foi obtido com a adubação verde de aveia preta associada à dose integral de NPK. Para os demais tratamentos, a altura de plantas foi decrescendo progressivamente, com o menor valor para a vegetação espontânea. A altura de plantas foi influenciada pelas condições nutricionais favoráveis no período de alongamento do caule, em função dos melhores tratamentos com aveia preta e doses crescentes de NPK.

A adubação verde de aveia preta associada a adubação integral proporcionou a maior concentração de nitrogênio na folha (Tabela 1) e essa foi reduzindo progressivamente até ao menor valor proporcionado pela vegetação espontânea sem adubação. O declínio da concentração de nitrogênio na folha está relacionado aos nutrientes reciclados, colocados em condições adequadas de absorções pelas raízes da cultura do girassol. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Sfredo *et al.* (1984).

Na Tabela 1 a importância da associação da adubação verde e doses de adubação mineral ficou demonstrada pela resposta no aumento progressivo do diâmetro do caule, sendo o melhor tratamento constituído pela aveia preta + dose integral de NPK, decrescendo progressivamente em função das doses de adubação e da vegetação espontânea.

As variáveis diâmetro e altura de plantas são características morfológicas sensivelmente afetadas pela adubação verde e adição de nitrogênio. Os resíduos vegetais de aveia preta favorecem a conservação de água e maiores teores de carbono orgânico, favorecendo da atividade microbiana do solo (Cattelan *et al.*, 1997), aumentando a disponibilidade de nitrogênio. De acordo com Tanaka

(1981), a quantidade adequada de nitrogênio proporciona efeito benéfico para o crescimento da planta de girassol.

O diâmetro do capítulo decresceu com a utilização da vegetação espontânea e doses decrescentes de adubação mineral (Tabela 1). Pode-se verificar os benefícios da adubação verde com aveia preta, mostrando-se muito eficiente na reciclagem de nutrientes, principalmente, pela disponibilidade de nitrogênio (Calegari, 1993). O tamanho do receptáculo é um importante componente para a produtividade de grãos. O aumento do receptáculo, pela disponibilidade adequada de nitrogênio no desenvolvimento da planta, foi também observado por Sfredo *et al.* (1984).

O número de grãos por capítulo (Tabela 1) foi influenciado pela utilização de adubação verde com aveia preta associada às doses de NPK. Essa variável é reflexo da ação dos nutrientes na fase crítica de diferenciação floral, que determina o número potencial de flores (Zagonel e Mundstock, 1991). Houve decréscimo progressivo nos tratamentos com a vegetação espontânea e redução das doses de NPK.

A produtividade de grãos variou de 2.454 a 3.009 kg ha⁻¹ (Tabela 1), conforme os tratamentos de adubação verde e doses de NPK. As maiores produtividades foram obtidas nos resíduos vegetais de aveia preta associados a adubação mineral, diminuindo progressivamente à medida que foram reduzindo as doses de adubo e na adubação verde com vegetação espontânea. Esses resultados, provavelmente, ocorreram em resposta ao melhor equilíbrio nutricional proporcionado pela associação da adubação verde com aveia preta associada à

Tabela 1. Altura de plantas, concentração de nitrogênio na folha, diâmetro do caule e capítulo do girassol, número de grãos/capítulo, rendimento de grãos, teor de óleo e rendimento de óleo, cultivado em dois métodos de preparo e sob adubação verde de inverno em diferentes doses de NPK

Tratamentos	Altura da planta (cm)	Concentração de nitrogênio (g kg ⁻¹)	Diâmetro de caule (mm)	Diâmetro de capítulo (cm)	Grãos/capítulo	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Teor de óleo (%)	Rendimento de óleo (kg ha ⁻¹)
Sistemas de Cultivo								
Convencional	175	41	23	18	1034	2858	42	1195
Plantio Direto	172	41	22	18	1035	2772	42	1163
Aveia + 1NPK	183 a	44 a	25 a	20 a	1087 ab	3009 a	41	1249 a
Aveia + 1/2NPK	180 ab	43 a	24 ab	20 a	1111 a	3007 a	42	1253 a
Aveia	171 c	40 ab	23 b	19 a	1025 abc	2704 bc	42	1134 bc
Veg. Esp. + 1NPK	176 bc	43 a	23 ab	18 ab	1023 abc	2907 ab	41	1203 ab
Veg. Esp. + 1/2NPK	172 c	40 ab	21 c	17 bc	1003 bc	2809 ab	42	1181 ab
Vegetação espontânea	159 d	38 b	20 c	16 c	957 c	2454 c	43	1053 c
CV %	3	6	4	6	7	6	3	5

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

adubação mineral, que garantiram um ambiente físico-químico adequado. Esses resultados corroboram os encontrados por Calegari (1993) trabalhando com girassol.

A contribuição em nitrogênio e outros nutrientes para a cultura do girassol, em sucessão, foi de

fundamental importância, pois a aveia apresenta uma relação C/N ao redor de 28, não oferecendo dificuldade na decomposição microbiana e posterior mineralização, concordando com os trabalhos de Derpsch *et al.* (1985) e Miyazawa *et al.* (1993). A sua composição química correspondente é de 16,5 g kg⁻¹

de N; 1,0 g kg⁻¹ de P₂O₅ e 16,0 g kg⁻¹ de K₂O (Calegari, 1993).

O teor de óleo dos grãos (Tabela 1) resulta do balanço entre a deposição de lipídios, proteínas e outras substâncias dentro das características genéticas da cultivar. A maior disponibilidade de nitrogênio para a planta tende a elevar o teor de proteína, com a diminuição do teor do óleo de girassol, de acordo com Zubriski e Zimmermann. (1974) e Calarota *et al.* (1984), os quais verificaram que a adição de nitrogênio em doses crescentes reduziu a concentração de óleo comestível do grão de girassol.

Os incrementos de rendimento de óleo (Tabela 1) foram decorrentes, em maior grau, das variações na produtividade de grãos, porque o comportamento diferencial do teor de óleo (%) foi relativamente pequeno entre os tratamentos. Entre as características agrônomicas, o rendimento de óleo comestível é um parâmetro importante na cultura do girassol, pelo seu alto conteúdo e em função de sua elevada concentração de ácidos graxos insaturados.

Na Tabela 2, observa-se que houve diferença no comprimento de raízes da planta de girassol entre as médias de adubação verde com aveia e a vegetação espontânea, com efeito benéfico da adubação verde com aveia preta, para o desenvolvimento do sistema radicular do girassol. Os resultados encontrados por Derpsch *et al.* (1985) também demonstraram influência na produtividade das culturas em sucessão. Bayer e Mielniczuk (1999) mostram que os resíduos vegetais propiciaram melhor controle de umidade, temperatura, infiltração de água, erosão e atividade biológica do solo.

Através do sistema de adubação verde com aveia preta, os resíduos vegetais mantidos na superfície ou incorporados no solo favoreceram significativamente as características agrônomicas e produtividade da cultura de girassol (Tabelas 1 e 2), atuando como um reservatório de nutrientes, em que incorporação se dá por via biológica (Derpsch *et al.*, 1985) e os elementos são liberados lentamente pela ação dos microrganismos (Franchini *et al.*, 2000), promovendo aumento de matéria orgânica ao longo do tempo, resultando aumento na CTC (Igue e Pavan, 1984). No plantio direto, esse mesmo acúmulo de M.O. pode exercer efeito positivo sobre a acidez do subsolo (Miyazawa *et al.*, 1993), pois originam compostos orgânicos hidrossolúveis, que complexarão Ca permitindo sua descida no perfil (Rheinheimer *et al.*, 2000), no qual o Al desloca o Ca desses mesmos complexos orgânicos hidrossolúveis em subsuperfície diminuindo a acidez e aumentando o Ca (Caíres *et al.*, 2000).

Tabela 2. Comprimento médio de raízes da planta de girassol, cultivada em dois sistemas de semeadura e dois sistemas de adubação verde

Tratamentos	Comprimento de raízes	
	Metros placa ⁻¹	Metros planta ⁻¹
Parcelas		
Convencional	159	1194
Plantio direto	160	1201
Sub-parcelas		
Aveia	171 a	1200 a
Vegetação espontânea	147 b	1109 b
Cv %	3	3

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusão

O sistema de manejo do solo não influenciou o desenvolvimento da cultura do girassol.

A adubação verde associada à adubação mineral influenciou positivamente o crescimento das plantas de girassol, incrementando o rendimento de grãos e óleo comestível.

A adubação verde com aveia preta proporcionou redução na necessidade de adubo mineral para a cultura de girassol sem prejuízo para a produção de grãos e rendimento de óleo e promoveu maior desenvolvimento e comprimento do sistema radicular do girassol, em relação à vegetação espontânea.

Referências

- AITA, C. *et al.* Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho nos sistemas de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 18, p. 101-108, 1994.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica no solo. "Ecossistemas tropicais e subtropicais"*. Ed. Porto Alegre: Gênese, 1999.
- BÖHM, W. *Methods of studying root system*. Berlim, Springer, 1979.
- CAIRES, E.F. *et al.* Calagem na superfície em sistema de plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 24, p. 161-169, 2000.
- CANELLAS, L.P. *et al.* Frações da matéria orgânica em seis solos de uma toposequência no estado do Rio de Janeiro. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 35, p. 133-143, 2000
- CALAROTA, N.E. *et al.* Efeito da adubação nitrogenada em cobertura sobre os conteúdos de óleo e proteína e a qualidade fisiológica de sementes de girassol. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 6, p. 41-49, 1984.
- CALEGARI, A. Manejo de Adubação Verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 1993, Campo Mourão. *Anais...* Campo Mourão, 1993, p. 104-116.
- CATTELAN, A.J. *et al.* Sistemas de rotação de cultura em plantio direto e os microrganismos do solo, na cultura da soja em Londrina. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 21, p. 293-301, 1997.
- DERPSCH, R. *et al.* Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 20, p. 761-73, 1985.
- DERPSCH, R. *et al.* Controle da erosão no Paraná, Brasil:

- Sistemas de coberturas do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1991.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro nacional de pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999.
- FRANCHINI, J.C. *et al.* Alterações na fertilidade do solo em sistema de rotação de culturas em semeadura direta. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 24, p. 459-67, 2000.
- IGUE, K.; PAVAN, M. A. Uso eficiente de adubos orgânicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES ORGÂNICOS NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. *Anais...* Brasília, 1984. p. 383-418.
- MEDEIROS, R.B. *et al.* Pesquisa em adubação verde e conservação do solo no Centro de Treinamento Cotrijuí. In: *Adubação Verde no Brasil*. Campinas: Fundação Cargil, 1984, p. 292-309.
- MIYAZAWA, M. *et al.* Efeito de material vegetal na acidez do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 17, p. 411-416, 1993.
- MIYAZAWA, M. *et al.* Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. In: *Informações Agronômicas*, nº 92, Potafós, Encarte Técnico, 2000.
- RHEINHEIMER, D.S. *et al.* Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 24, p. 797-805, 2000.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O., Estudo da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 20, p. 407-414, 1996.
- SFREDO, G.J. *et al.* *Girassol: nutrição mineral e adubação*. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1984. 36p. (Circular Técnico 8).
- SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 21, p. 313-319, 1997.
- TANAKA, R.T. Nutrição e adubação da cultura do girassol. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 7, p. 74-76, 1981.
- TENNANT, D. A test of modified line intersection method of estimating root length. *J. Ecol.*, Oxford, v. 63, p. 995-1001, 1975.
- WILDNER, L.P.; DADALTO, G.G. Avaliação de espécies de inverno para adubação verde e cobertura do solo na região Oeste Catarinense. In: REUNIÃO CENTRO SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 3, 1991. *Anais...* 1991, 120p.
- ZAGONEL, J.; MUNDSTOCK, C.M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 26, p. 1487-1492, 1991.
- ZUBRISKY, J.C.; ZIMMERMANN, D.C. Effects of nitrogen, phosphorus and plant density on sunflower. *Agron. J.*, Madison, v. 66, p. 798-801, 1974.

Received on July 20, 2004.

Accepted on October 25, 2005.