

Produtividade do milho (*Zea mays* L.) influenciada pelo preparo do solo e por plantas de cobertura em um Latossolo Vermelho

Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki e Marlene Cristina Alves*

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Feis/Universidade Estadual Paulista, C. P. 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. Autor para correspondência. e-mail: mcalves@agr.feis.unesp.br

RESUMO. A agricultura moderna vem buscando novos meios para aumentar a produtividade, atuando de modo conservador e racional. Nesse sentido, surgem técnicas que visam a melhorar a qualidade dos solos. O presente trabalho iniciou-se no ano agrícola 1997/1998 e está sendo conduzido no município de Selvíria (MS), em um Latossolo Vermelho de cerrado, com o objetivo de verificar a produção de milho (*Zea mays* L.) sob influência do preparo do solo e de plantas de cobertura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema em faixas com parcelas subdivididas, com 10 tratamentos e 4 repetições. Os 10 tratamentos foram constituídos, nas parcelas, por mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), milheto (*Pennisetum americanum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan*) e área de vegetação espontânea (pousio); nas subparcelas, pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional (preparo do solo com grade aradora e grade niveladora). De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que a interação preparo do solo x planta de cobertura foi significativa para o rendimento de grãos. Quando utilizado o milheto como planta de cobertura, o plantio direto proporcionou melhor resposta no rendimento de grãos de milho, comparado ao preparo convencional; as plantas de cobertura, dentro de cada sistema de preparo do solo, não se diferenciaram quanto ao rendimento de grãos de milho.

Palavras-chave: plantio direto, preparo convencional, adubo verde, rendimento de grãos de milho.

ABSTRACT. Corn (*Zea mays* L.) production influenced to soil tillage and cover plants in a Latossolo Vermelho (Oxisol). The modern agriculture comes looking for ways to increase productivity, acting of conservative and rational manner. Then, appear techniques that aim improve quality soil. The present research beginner in 1997/98, and is been realized in Selvíria (MS), in "Latossolo Vermelho (Oxisol)", with objective of verify the influence of two soil tillage and different cover plants in corn (*Zea mays* L.) production. The experimental design was the randomized blocks with split-plot design, with ten treatments and four replications. Ten treatments were constituted in pieces for *Mucuna aterrima*, *Pennisetum americanum*, *Crotalaria juncea* and *Cajanus cajan* and spontaneous vegetation (resting) and, in split-plot for no-tillage and conventional tillage (soil tillage with heavy disking and leveling disking). According to obtained results verified the interaction soil tillage x cover plant was significative. *Pennisetum americanum* in no-tillage is the cover plant that proporcionated the best answer in corn grain production compared conventional tillage; cover plants, in each soil tillage, did not differ in corn grain production.

Key words: no-tillage, conventional tillage, green manure, corn grain production.

Introdução

Dentre as técnicas modernas adotadas para o sucesso da agricultura, a mecanização intensa tem sido uma constante. Entretanto, muitas vezes, a produtividade é comprometida pelo excesso ou pela inadequação de práticas a que o solo é submetido, desde o seu preparo até a colheita da cultura que nele se estabeleceu. Embora o objetivo do preparo do solo seja alterar algumas de suas propriedades

físicas, conferindo-lhes novas condições que favoreçam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, via de regra, tem proporcionado deterioração dessas propriedades (Centurion e Demattê, 1992).

Calegari (1993) relatou que a adubação verde se destaca entre as técnicas sustentáveis que procuram otimizar o aproveitamento e os benefícios da matéria orgânica. Essa técnica visa à proteção superficial do solo, bem como à melhoria e à manutenção de suas

características físicas, químicas e biológicas. Dessa forma, o manejo da adubação verde constitui um conjunto de ações integradas que trazem grandes benefícios aos solos e aos sistemas agrícolas em geral, como por exemplo a proteção do solo contra erosão, a elevação da taxa de infiltração e o aumento da capacidade de retenção de água, a recuperação da estrutura, a adição de matéria orgânica, o aumento da CTC, a promoção do aumento do teor de nitrogênio, o controle de nematóides, o aumento da diversificação da população de microrganismos do solo, o incremento da capacidade de reciclagem e a mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis em camadas mais profundas do solo.

O plantio direto, por ser um sistema conservacionista de manejo do solo, contribui significativamente para a diminuição da erosão. Por ser um processo em que o solo somente é revolvido na linha de semeadura, mantendo os restos da cultura anterior na superfície, protege o solo contra a chuva e permite maior infiltração de água no perfil. O solo coberto com resíduos culturais apresenta melhorias em sua estrutura na camada superficial, devido ao aumento de umidade e de matéria orgânica e à proteção contra chuva e enxurrada (De Maria e Castro, 1993).

Os diferentes sistemas de manejo do solo têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Todavia, o desrespeito às condições mais favoráveis (solo úmido – consistência friável) para o preparo do solo e o uso de máquinas cada vez maiores e pesadas para essas operações podem levar a modificações da sua estrutura, causando-lhe maior ou menor compactação, que poderá interferir na densidade do solo, na porosidade, na infiltração de água e no desenvolvimento radicular das culturas, e, conseqüentemente, reduzir sua produtividade (De Maria *et al.*, 1999).

Com a preocupação de gerar tecnologias que possibilitem o uso intensivo do solo, mantendo a sua sustentabilidade, desenvolveu-se este trabalho cujo objetivo foi verificar a influência de dois sistemas de preparo do solo e diferentes plantas de cobertura na produção de milho.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Unesp, localizada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, apresentando como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335m. O solo da área

em estudo é um Latossolo Vermelho Distrófico típico argiloso – LVd (Demattê, 1980; Embrapa, 1999). Em 1999, foi realizada a caracterização química do solo, obtendo-se os seguintes resultados para pH: (CaCl₂), matéria orgânica (g dm⁻³), fósforo (g dm⁻³), potássio, cálcio, magnésio, hidrogênio + alumínio, soma de bases e capacidade de troca catiônica, em mmol_c dm⁻³ e saturação por bases (%): 5,0, 23, 24, 2,1, 22,7, 10,4, 32,2, 35,2, 67,4, 51,9 (Carvalho, 2000). A precipitação e a temperatura média anual são de 1370mm e 23,5°C, respectivamente, e a umidade relativa do ar varia entre 70 e 80%, média anual.

O trabalho iniciou-se no ano agrícola de 1997/1998, sendo acompanhado e avaliado no período agrícola 2001/2002.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema em faixas com parcelas subdivididas, com 10 tratamentos e 4 repetições (Figura 1). Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 4 plantas de cobertura e uma área de pousio com 2 sistemas de semeadura. As parcelas foram constituídas por 4 espécies de plantas de cobertura: mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), milheto (*Pennisetum americanum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan*) e área de vegetação espontânea (pousio). As subparcelas foram constituídas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional (preparo do solo com grade aradora e grade niveladora). Cada parcela teve a dimensão de 7m de largura por 6m de comprimento, espaçadas uma das outras por uma distância de 7m.

O esquema de semeadura das culturas foi: cultura de verão milho (*Zea mays* L.), semeada em dezembro de cada ano, e, no inverno, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), semeado em maio-junho. Entre as culturas de inverno e verão, as plantas de cobertura foram semeadas no mês de outubro e manejadas em dezembro. No plantio direto, eram dessecadas, e, no preparo convencional, roçadas e incorporadas. Em média, permaneciam 50 dias no campo. Foram semeadas no espaçamento de 0,34m entrelinhas e densidades de semeadura de: 10, 40, 25 e 12 sementes/metro linear, para mucuna-preta, milheto, crotalária e guandu, respectivamente. Para a cultura do milho foi realizada a adubação com 300kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. A adubação de cobertura foi efetuada 30 dias após a semeadura, aplicando-se 220kg ha⁻¹ da formulação 20-00-20. O milho foi semeado no espaçamento de 0,90m e densidade de 5 sementes/metro linear, utilizou-se sementes híbridas XB 8010.

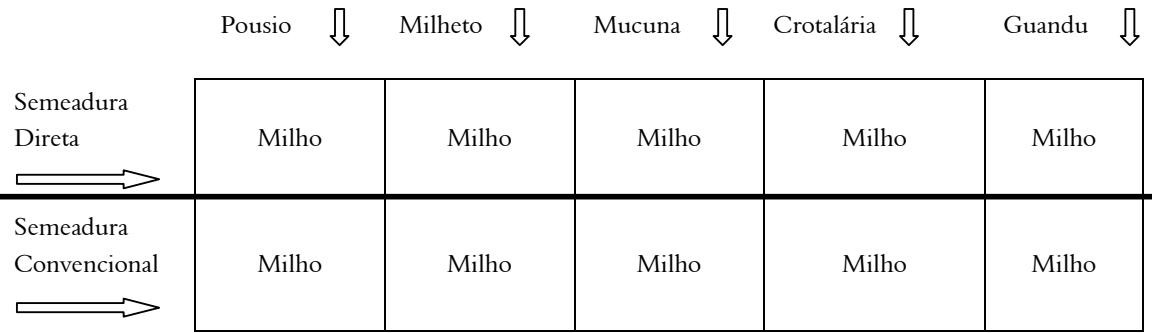


Figura 1. Esquema de campo de um bloco experimental.

O peso da matéria seca das plantas de milho foi feito na colheita da cultura, sendo coletada ao acaso uma área de 1,8m² de cada parcela. As plantas foram colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada, à temperatura média de 60-70°C, até atingir peso em equilíbrio. Para a produção de grãos, as mesmas plantas utilizadas para fazer o peso da matéria seca foram utilizadas para fazer o rendimento de grãos, sendo estes colhidos e pesados, e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida). Os grãos utilizados para rendimento foram utilizados para determinar a umidade dos grãos e o peso de 100 grãos.

Os dados foram verificados por meio da análise de variância utilizando-se o programa computacional SAS (1990), e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Observando os valores de significância de F (Tabela 1), verifica-se que para matéria seca e massa de 100 grãos de milho não houve significância, e o rendimento de grãos dependeu da interação entre adubo verde x preparo do solo.

Tabela 1. Valores de significância de F, coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para valores médios de matéria seca, massa de 100 grãos e rendimento de grãos para a cultura do milho.

Causa de variação	Matéria seca (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Planta de cobertura	0,19 n.s.	0,23 n.s.	1,14 n.s.
Preparo do solo	1,80 n.s.	2,55 n.s.	1,69 n.s.
Pl. cobertura x preparo do solo	1,58 n.s.	0,66 n.s.	3,08 *
CV (%) para pl. cobertura	10,51	7,88	9,23
CV (%) para preparo do solo	10,05	7,65	12,08
		DMS Tukey a 5%	
Planta de cobertura	1.148,77	2,99	755,10
Preparo do solo	463,95	1,23	417,15

n.s. não significativo; * significativo ao nível de 5%

Na Tabela 2, têm-se as médias referentes à matéria seca, à massa de 100 grãos e aos rendimentos

de grãos de milho para as diferentes espécies de plantas de cobertura utilizadas na sucessão. Almeida (2001) também não verificou diferença na produção de matéria seca e rendimento de milho para as diferentes plantas de cobertura em estudo. Quanto à massa de 100 grãos, resultados concordantes ao verificado neste trabalho foram observados por Centurion (1988), em trabalho conduzido no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, no qual a massa de 100 grãos de milho obteve pouca influência dos sistemas de preparo testados (sistemas de preparo convencional, reduzido e plantio direto). Borghi (2001) também verificou valores semelhantes de massa de 100 grãos de milho para o preparo convencional e plantio direto, resultados que corroboram com os encontrados nesta pesquisa.

Tabela 2. Valores médios de matéria seca, massa de 100 grãos a 13% de base úmida e rendimento de grãos da cultura de milho obtidos nos tratamentos estudados.

Adubo verde	Matéria seca (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Pousio	6.884 A	24,1 A	5.353 A
Milheto	6.887 A	24,1 A	5.281 A
Mucuna	7.007 A	24,0 A	5.060 A
Crotalária	6.704 A	23,5 A	5.027 A
Guandu	6.806 A	23,4 A	4.931 A

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Não houve diferença estatística entre os preparos para produção de matéria seca, massa de 100 grãos e rendimento de grãos de milho (Tabela 3). Esses resultados são concordantes com Almeida (2001) e Borghi (2001).

No primeiro ano agrícola (1997/98) de condução deste experimento na área em estudo, Carvalho (2000) verificou que não houve diferença significativa na produtividade do milho em função do sistema de plantio (direto e convencional) e nem das plantas de cobertura. Mas observou-se que o plantio convencional foi mais promissor do que o

plantio direto. No segundo ano agrícola (1998/99), Carvalho (2000) observou que a produtividade do milho no plantio convencional foi estatisticamente maior do que no plantio direto. Esses resultados são discordantes aos verificados neste trabalho, demonstrando que, após quatro anos, o plantio direto se igualou ao plantio convencional em termos de produtividade, evidenciando evolução quanto às condições internas do solo.

Tabela 3. Valores médios de matéria seca, massa de 100 grãos e rendimento de grãos da cultura do milho, obtidos nos preparos de solo estudados.

Preparo de solo	Matéria seca (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Plantio convencional	7.004 A	24,3 A	5.258 A
Plantio direto	6.711 A	23,4 A	5.003 A

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A Tabela 4 mostra que, utilizando milheto como planta de cobertura, o plantio direto produz mais em relação ao plantio convencional, sendo significativa essa diferença de produção. Já Centurion e Demattê (1992), em um Latossolo Vermelho-Escuro álico, textura argilosa, verificaram que o rendimento de grãos no plantio direto foi menor do que o preparo reduzido (gradagens pesada e niveladora), fato atribuído à formação de camadas compactadas induzidas por esse sistema de preparo, principalmente próximo à superfície do solo. Dentro de cada preparo de solo, não houve diferença significativa para rendimento de grãos de milho entre as plantas de cobertura utilizadas, mas nota-se uma tendência no plantio direto de maior rendimento de grãos.

Tabela 4. Rendimento de grãos de milho em função das plantas de cobertura e preparos do solo no ano de 2002, em Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul.

Planta de cobertura	Preparo do solo	
	Plantio direto	Preparo convencional
	kg ha ⁻¹	
Milheto	5.603 Aa	4.518 A b
Mucuna	5.353 Aa	4.702 Aa
Guandu	5.264 Aa	4.598 Aa
Pousio	5.101 Aa	5.604 Aa
Crotalária	4.968 Aa	5.594 Aa

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Observando a Tabela 5, em que constam os resultados de rendimentos de grãos de milho em função dos sistemas de preparo do solo, considerando 4 anos agrícolas, referentes aos dados obtidos por Carvalho (2000), Almeida (2001) e os verificados neste trabalho, nota-se que apenas no segundo ano agrícola houve diferença entre os

preparos. Pelo comportamento dos rendimentos, observa-se que no primeiro ano agrícola os resultados foram discrepantes, podendo estar relacionados ao fato de que a área estar em pousio por três anos. Com o uso intensivo do solo, efetuando-se dois cultivos anuais, a produtividade diminuiu nos anos agrícolas subsequentes.

Tabela 5. Rendimento de grãos de milho em função dos preparos do solo e anos agrícolas, em Selvíria - MS.

Preparo do solo	Ano Agrícola			
	1997/98	1998/99	2000/01	2001/02
	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)			
Preparo convencional	7.151 A	4.825 A	4.208 A	5.258 A
Plantio direto	6.767 A	4.152 B	4.821 A	5.003 A

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

No segundo ano agrícola, Carvalho (2000) atribuiu o melhor desempenho do preparo convencional, comparado ao plantio direto, pelo fato de que na camada de 0-0,10m na área com plantio direto a densidade do solo estava maior. O autor menciona que isso pode ter prejudicado o contato solo/semente e ter interferido no processo de germinação, causando a menor população de plantas da área de plantio direto. Porém, com o tempo, no plantio direto, há o acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, contribuindo para melhor estruturação e condições para a atividade dos macro e dos microorganismos. Observa-se que nos anos agrícolas posteriores o plantio direto tem contribuído para o aumento do rendimento de grãos de milho, apesar de não haver diferença entre os dois sistemas de preparo.

Conclusão

Os resultados obtidos mostraram que quando se utilizou o milheto como planta de cobertura, o plantio direto proporcionou melhor resposta no rendimento de grãos de milho, comparado ao plantio convencional. Além disso, as plantas de cobertura, dentro de cada sistema de preparo do solo, não se diferenciaram quanto ao rendimento de grãos da cultura do milho.

Referências

- ALMEIDA, V. P. *Sucessão de culturas em preparo convencional e plantio direto em Latossolo Vermelho sob vegetação de cerrado*. 2001. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.
- BORGHI, E. *Comportamento da cultura do milho (Zea mays L.) em diferentes sistemas de manejo do solo, populações de plantas e adubações*. 2001. Trabalho de Graduação (Título de

- Engenheiro Agrônomo) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.
- CALEGARI, A. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. (Coord.). *Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: Pta/Fase, 1993. p.1-55.
- CARVALHO, M. A. C. *Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria-MS*. 2000. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- CENTURION, J. F. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas de um solo argiloso sob cerrado e na cultura de milho implantada. 1988. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.
- CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. Sistemas de preparo de solos de cerrado: efeitos nas propriedades físicas e na cultura do milho. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.27, n.2, p. 315-324, 1992.
- DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.17, n.3, p. 471-477, 1993.
- DE MARIA, I. C. *et al.* Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v.23, n.3, p. 703-709, 1999.
- DEMATTÊ, J. L. I. *Levantamento detalhado dos solos do "Câmpus experimental de Ilha Solteira"*. Piracicaba: Departamento de Solos, Geologia e Fertilidade Esauq/USP, 1980. p.11-31.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPQ, 1999. 412p.
- SAS INSTITUTE. *SAS/STAT User's Guide: version 6*. 4.ed. Cary: NC; SAS Institute Inc., 1990. v.2.

Received on March 24, 2003.

Accepted on December 05, 2003.