

COMPORTAMENTO E POSSIBILIDADES DA CULTURA DO MILHO EM PLANTIO DIRETO NO ESTADO DO PARANÁ¹

O. MUZILLI, M.J. VIEIRA², F.L.S. ALMEIDA³, N.R.X. DE NAZARENO, A.O.R. CARVALHO, A.E. LAURENTI² e R.F. LLANILO³

RESUMO - Em ensaio de longa duração, o IAPAR realiza pesquisa multidisciplinar, desde 1976, em áreas com diferentes características edafoclimáticas, no Estado do Paraná. Os objetivos são: a) comparar o plantio direto com o convencional, em rotações de culturas, quanto à produtividade e rentabilidade; b) avaliar os efeitos dos sistemas de cultivo e das rotações de culturas na ocorrência de ervas daninhas, pragas e moléstias; c) definir alternativas de rotações de culturas para o plantio direto. No período de 1976 a 1980, o milho (*Zea mays* L.) em plantio direto evidenciou: maior velocidade de emergência, crescimento inicial mais uniforme e vigoroso e menos danos por acamamento; maior índice de quebramento de colmos e redução na produtividade de grãos, por deficiências de nitrogênio mais acentuadas, com diminuição desses efeitos na rotação com soja; maior ocorrência de ervas daninhas e maior incidência de podridão do colmo; menor consumo de óleo diesel e maior consumo de herbicidas. Na média de quatro safras consecutivas, os rendimentos de grãos foram similares e os custos variáveis de produção não diferiram significativamente entre os sistemas de cultivo. A alternância de milho com soja na rotação com trigo proporcionou melhor resultado econômico comparado com a rotação contínua de soja com trigo.

Termos para indexação: sistemas de cultivo, rotação de culturas, produtividade, custos de produção, ervas daninhas, pragas e moléstias.

PERFORMANCE AND POSSIBILITIES OF MAIZE CROP UNDER NO-TILLAGE SYSTEM IN THE STATE OF PARANÁ

ABSTRACT - On a long term trial, IAPAR is developing multidisciplinary research since 1976 in two major patterns of soil and climatic, in the State of Paraná, aiming to: a. Compare no-tillage and conventional tillage systems, among different crop rotations, in terms of production and profit return; b. Assess the effects of the tillage systems and rotations on the occurrence of weeds, insects and plant diseases; c. Find new crop alternatives for the no-tillage system. The effects on no-tillage, measured from 1976 to 1980 indicated the following: faster rate of seedling emergency; more uniform and vigorous initial plant growth and lower lodging rates; greater rate of broken stalks and reduction on the grain yield; this was probably related to nitrogen deficiency, which became less pronounced under soybean rotation; greater incidence of weed population and stalk rot; lesser consumption of fuel and more consumption of herbicides. The 4-year mean grain yield and the variable costs for maize (*Zea mays* L.) production did not differ significantly between the tillage systems. Alternating maize and soybean in rotation with wheat was more profitable than continuous soybean and wheat.

Index terms: crop, rotations, productivity, costs of production, weeds, insects and diseases.

INTRODUÇÃO

Nos Estados Unidos da América, o milho ocupa posição de destaque, sendo a principal cultura estudada e cultivada em sistema de plantio direto. No Brasil, embora a cultura apresente ampla adaptação às variações ambientais e

represente alternativa das mais versáteis para inclusão em sistemas de produção, há escassez de informações quanto ao seu desempenho e possibilidades naquele sistema.

As primeiras experiências com plantio direto iniciaram no Estado do Paraná, em 1971. Tanto por parte da pesquisa, como por parte dos agricultores, a experiência acumulada se refere à sucessão trigo-soja, até hoje as culturas mais difundidas em plantio direto no Sul do Brasil. Recentemente, a cultura de milho começou a ganhar novos adeptos para cultivo nesse sistema, sobretudo na região Centro-Sul do Paraná.

Nessa situação, em 1976, o IAPAR decidiu ini-

¹ Aceito para publicação em 9 de novembro de 1982. Trabalho apresentado no XIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Florianópolis, SC, julho de 1982.

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, CEP 86100 - Londrina, PR.

³ Eng.^o Agr.^o, IAPAR.

ciar, no Paraná, um projeto de pesquisas visando a avaliação do sistema de plantio direto comparado com o plantio convencional, envolvendo diferentes sucessões de culturas anuais de verão em rotação com o trigo, dentre elas o milho.

O trabalho de pesquisa vem sendo desenvolvido através de ensaios de longa duração e em caráter multidisciplinar, envolvendo a ação de diferentes áreas. O projeto vem sendo realizado contemplando os seguintes aspectos: a. avaliação do comportamento das diferentes culturas no esquema rotacional, sob os diferentes sistemas de cultivo; b. efeitos dos sistemas de cultivo e das rotações de culturas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; c. influência dos sistemas de cultivo e das rotações de culturas na ocorrência de ervas daninhas, pragas e moléstias; d. avaliação dos custos de produção e das melhores alternativas de uso da terra, em termos de economicidade e rentabilidade, em relação aos diferentes sistemas testados.

O objetivo específico do presente trabalho foi avaliar o comportamento da cultura do milho, pela comparação do sistema de plantio direto com o convencional, considerando a sucessão contínua do milho com o trigo, ou a sua alternância com a soja nessa sucessão.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois ensaios de campo, localizados em Londrina (norte do Paraná) e Carambé (sul do Paraná).

Em Londrina, o ensaio foi instalado em 1976, em área de Latossolo Roxo distrófico. O terreno utilizado apresentava, anteriormente, infestação natural de gramíneas (quicuo e capim-marmelada), que foi substituída por cultura de trigo em sistema convencional. Esta cultura teve por finalidade adequar as condições de solo bem como fornecer os restos de cultura para a formação da cobertura morta, sobre a qual foi instalado o ensaio. A fertilidade do solo foi corrigida com adubação fosfatada (120 kg de P_2O_5 /ha), aplicada a lanço, na forma de termofosfato magnesiano, incorporado ao solo mediante gradagem. Após o corte do trigo, a palha remanescente ficou distribuída em cobertura uniforme sobre o terreno.

Em Carambé, o ensaio foi estabelecido em 1977, num Latossolo Vermelho-Escuro distrófico argiloso (LEd). Tratava-se de área cultivada há vários anos, na qual foi plantado trigo em sistema convencional, com o propósito de uniformizar as condições físicas e a fertilidade do solo e proporcionar a cobertura morta para implantação do sistema de plantio direto. O trigo foi adubado com fórmula

comercial (250 kg/ha de 5-20-10) por ocasião da semeadura.

O esquema experimental foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas compararam-se os sistemas de cultivo: plantio direto (nenhum preparo) e plantio convencional (uma aração + duas gradagens, com incorporação dos restos de cultura). Nas subparcelas compararam-se sete sucessões de culturas, programadas em séries de quatro anos, envolvendo soja, milho e algodão (na região norte) ou feijão (na região sul) como culturas de verão e o trigo como cultura de inverno. Neste trabalho, foram considerados apenas os efeitos produzidos por duas dessas sucessões: milho em rotação contínua com trigo (M-T-M) e milho alternado com soja, na rotação com trigo (S-T-M).

A área total de cada subparcela foi de 200 m² (8 m x 25 m).

No suceder dos cultivos, as culturas receberam, em ambos os sistemas, adubações formuladas de acordo com as necessidades evidenciadas pelas análises do solo. Em milho, a adubação nitrogenada em cobertura foi feita com sulfato de amônio. As cultivares foram híbridos duplos comerciais, escolhidos dentre os preferencialmente recomendados e variáveis conforme a safra.

O plantio direto no Latossolo Roxo foi realizado com máquina tipo Rotacaster (sistema de enxadas rotativas) e no Latossolo Vermelho-Escuro, com sistema triplo disco (Semeato).

O plantio convencional foi feito com semeadeiras-adubadeiras usualmente empregadas pelos agricultores.

O controle das ervas foi realizado com pulverizações de herbicidas de manejo (ação por contato) e de ação residual (pré-emergentes), específicos para cada cultura. No plantio convencional não se aplicaram herbicidas de manejo, havendo complementação do uso de herbicidas pré-emergentes com cultivos mecânicos nas entrelinhas, quando necessário.

A avaliação da ocorrência das ervas daninhas foi feita por observações visuais e contagens realizadas no decorrer do desenvolvimento das culturas e na entressafra de verão, procurando-se relacionar os resultados aos sistemas de cultivo e às culturas consideradas.

As moléstias da parte aérea foram avaliadas pela observação visual da área foliar infectada, buscando-se caracterizar a ocorrência e intensidade de ataque. Moléstias do colo e raízes foram avaliadas pela percentagem de plantas atacadas, usando-se a pressão entre o dedo polegar e indicador para diferenciá-las das sadias. Identificaram-se os agentes causadores em laboratório, quando necessário.

Os dados da produção de grãos foram transformados em kg/ha a 14% de umidade e submetidos à análise de variância (teste F), tendo sido usado o teste de Tukey (5%) para a comparação dos resultados.

Procedeu-se à comparação dos custos variáveis de produção e seus componentes, além da análise comparativa da rentabilidade e risco dos sistemas de cultivo e das rotações. No tocante aos custos variáveis, procedeu-se tam-

bém à discriminação dos gastos com combustíveis e herbicidas, bem como, compararam-se os custos com máquinas, equipamentos e mão-de-obra empregada nos diferentes sistemas de cultivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comportamento e produtividade do milho

Na fase inicial de crescimento verificou-se maior velocidade de emergência e desenvolvimento mais uniforme e vigoroso do milho em plantio direto; esse efeito foi decorrente da maior retenção de umidade promovida pelo sistema, sobretudo nos primeiros 10 cm da camada arável do solo. O resultado foi uma população inicial mais elevada por unidade de área, sobretudo quando houve estiagem nessa fase de desenvolvimento da cultura.

Em condições favoráveis à ocorrência de acamamento (chuvas e ventos fortes), foi observado menor índice de danos em plantio direto (Tabela 1). O fato é atribuído à maior firmeza do solo, o que favorece melhor fixação das plantas.

No plantio direto, foi constatado teor de matéria orgânica na camada arável ligeiramente superior ao do plantio convencional. Porém foram mais acentuadas as deficiências de nitrogênio na cultura

em plantio direto que passou a evidenciar, com o decorrer do tempo, maior carência do nutriente. A partir da constatação de sintomas visuais de deficiência, procedeu-se à análise foliar que mostrou teores de nitrogênio significativamente inferiores no sistema de plantio direto. Em decorrência, as plantas passaram a apresentar colmos mais finos e espigas menores, que se traduziram em maior quebra de plantas no campo e menor produtividade de grãos (Tabela 2).

Segundo McMahon & Thomas (1976), a não-movimentação do solo em plantio direto evita a quebra da capilaridade e favorece o movimento descendente da água; nessas condições, há mais umidade no solo e maior lixiviação dos nitratos. Além disso, no plantio direto, a taxa de evaporação da água é menor e, portanto, menor a taxa de movimentação dos nitratos no sentido ascendente.

Se prevalecerem tais condições, a demanda em nitrogênio pelo milho em plantio direto tende a aumentar com o decorrer do tempo. Existem indicações de uma necessidade cerca de 20 a 25% mais alta nesse sistema, para cereais como o trigo, o milho e o sorgo (Phillips & Young Junior 1973). Aspecto importante a ressaltar é que, de acordo com os dados aqui obtidos, a inclusão da soja na rotação de culturas promoveu diminuição na intensidade das deficiências observadas, chegando, em alguns casos, a reduzir a taxa de quebra de colmos e a melhorar a produtividade do milho. Mascarenhas et al. (1978), estudando o efeito de restos de cultura da soja sobre a produção de milho, concluíram que a quantidade de nitrogênio remanescente no solo, após vários cultivos sucessivos, era suficiente para atender à demanda pelo milho.

As produtividades médias de milho conseguidas no decorrer das quatro safras, nas duas localidades, são mostradas na Fig. 1.

Apesar das variações observadas entre as safras, na média, os rendimentos foram similares e não diferiram significativamente entre si, quando se comparou o plantio direto com o convencional nas duas sucessões de culturas. Quando se alternou o milho com a soja, houve melhoria da produtividade no plantio direto. Isto evidencia que, como alternativa para reduzir a demanda de nitrogênio e melhorar a produtividade do milho em plantio di-

TABELA 1. Ocorrência de acamamento em milho, relacionada aos sistemas de cultivo e às sucessões de culturas, em safras com condições favoráveis ao fenômeno, em Londrina (região norte) e Carambel (região sul), PR. Médias de três repetições.

Sucessão das culturas*	Acamamento de plantas	
	PC	PD
	%	
	Londrina (região norte), safra 1979/80	
M/T/M	37	16
S/T/M	36	18
	Carambel (região sul), safra 1978/79	
M/T/M	35	19
S/T/M	24	19

* M = milho; T = trigo; S = soja
PC = plantio convencional; PD = plantio direto.

TABELA 2. Teores de nitrogênio nas folhas, índices de quebramento de colmos e peso médio de grãos por espiga, relacionadas às sucessões de culturas e aos sistemas de cultivo. Médias de três repetições.

Sucessão das culturas*	N nas folhas		Quebramento de colmos		Peso médio de grãos por espiga**	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
	----- % -----		----- % -----		----- % -----	
	Londrina (região norte), safra 1979/80					
M/T/M	3,00	2,78	29	46	132	104
S/T/M	2,73	3,16	33	39	122	119
	Carambel (região sul), safra 1978/79					
M/T/M	-	-	19	23	73	68
S/T/M	-	-	28	37	67	66

* M = milho; T = trigo; S = soja

PC = plantio convencional; PD = plantio direto.

** Refere-se ao peso médio de grãos/espiga, calculado pela relação peso de grãos/n.º de espigas colhidas.

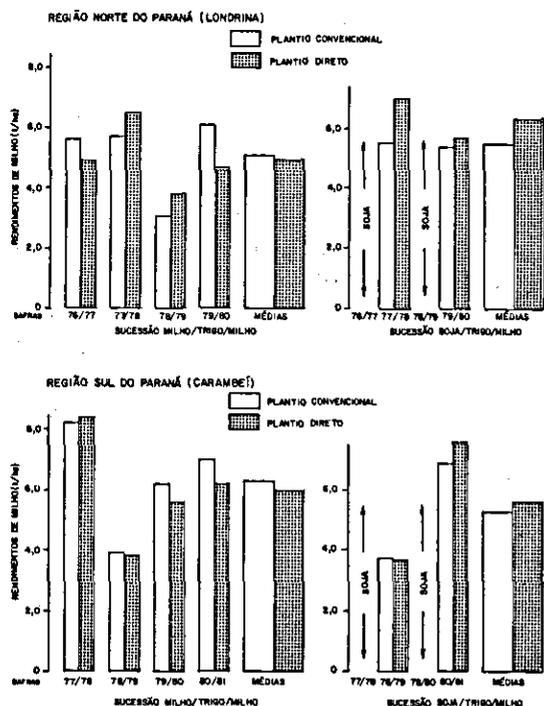


FIG. 1. Rendimentos de milho nas regiões Norte (Londrina) e Sul (Carambel) do Paraná proporcionados pelos sistemas de plantio direto e convencional, nas sucessões milho/trigo/milho e soja/trigo/milho, no decorrer de quatro safras.

reto, é desejável a inclusão de leguminosas nos esquemas de rotação, evitando-se o cultivo sucessivo de espécies exigentes em nitrogênio, como o milho, em rotação com o trigo ou outros cereais de inverno.

Ocorrência das ervas daninhas

Na região sul do Paraná, ao avaliar influência dos sistemas de cultivo sobre a ocorrência de ervas daninhas, notou-se maior incidência no sistema de plantio direto, nas duas sucessões de culturas consideradas (Fig. 2).

Na região norte do Paraná, o milho se destacou como a cultura mais eficiente, quando comparado com o algodão e a soja, na diminuição da incidência de ervas daninhas em plantio direto, quer de gramíneas quer de folha larga (Fig. 3).

Os resultados obtidos mostram que, no plantio direto, o controle das ervas não pode se apoiar unicamente na eficácia dos herbicidas. Há necessidade de considerar outras alternativas, entre elas, a rotação de culturas, para reduzir a infestação das ervas nas lavouras, pela ação de diferentes herbicidas usados em sucessão. Em sistema de monocultura, o uso consecutivo dos mesmos herbicidas tende a reduzir as populações mais sensíveis e aumentar as das resistentes; se as culturas estiverem integradas numa rotação, haverá quebra do efeito de seletividade pela diversificação de uso de herbicidas com diferentes princípios ativos.

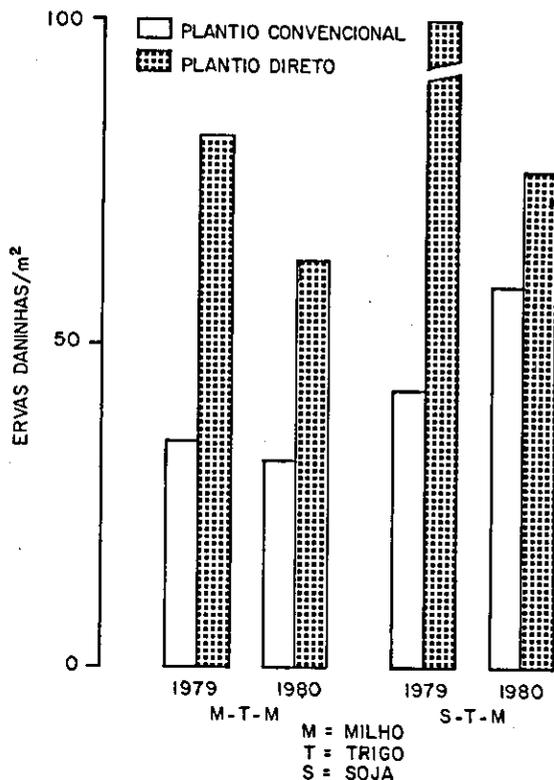


FIG. 2. Ocorrência de ervas daninhas nas culturas de verão, em sistemas de plantio direto e convencional, nas sucessões milho/trigo/milho e soja/trigo/milho. Safras 1979 e 1980.

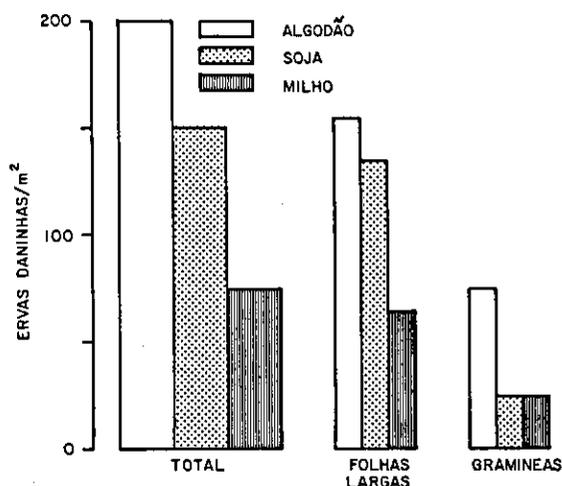


FIG. 3. Influência da última cultura de verão na ocorrência de ervas daninhas em sistema de plantio direto, na região Norte do Paraná.

Ocorrência de moléstias e pragas

O nível de incidência das moléstias foliares foi baixo em ambos os locais, não permitindo detectar diferenças entre os sistemas de cultivo.

Entretanto, condições favoráveis para o estabelecimento de podridão do colmo na região sul permitiram obter informação comparativa entre plantio direto e plantio convencional. A Fig. 4 mostra os índices de ataque da podridão do colmo (*Fusarium* spp.) e o número de segmentos de colmos de milho sobre o solo, após três anos de plantio contínuo de milho em sucessão com trigo.

A maior incidência da podridão do colmo em plantio direto esteve relacionada com a quantidade de resíduos presentes na superfície do terreno. A resteva descoberta favorece a esporulação e a disseminação do inóculo. Conforme Bolkan et al. (1979), alguns patógenos causadores da podridão do colmo sobrevivem mais tempo no solo, em presença de restos de culturas.

A incidência de pragas foi baixa nas duas localidades e não se notaram diferenças marcantes entre plantio direto e plantio convencional.

Comparação dos custos de produção

Na Tabela 3, são mostrados os componentes dos custos variáveis de produção de milho e a sua participação relativa no custo variável total, comparando-se os sistemas de cultivo.

Não se constataram diferenças significativas

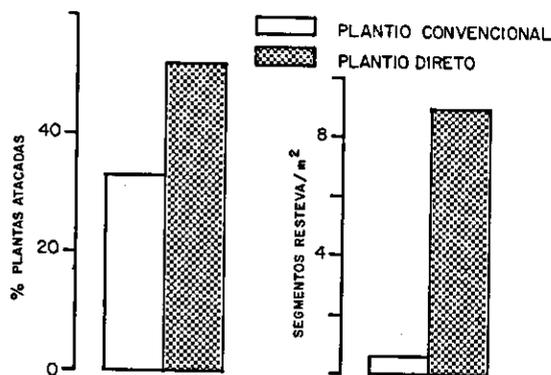


FIG. 4. Ocorrência de podridão do colmo (*Fusarium* spp.) e número de internódios em resteva de milho sobre o solo entre as fileiras de milho, em sistemas de plantio direto e convencional. Região Sul do Paraná. Safra 1979/80.

entre os custos variáveis totais, embora houvesse tendência de o custo em plantio direto ser ligeiramente maior do que em plantio convencional. Essa similaridade de custos entre os sistemas deveu-se ao fato de a diminuição de gastos com preparo do solo no plantio direto ter sido neutralizada pelos gastos relativos ao controle das ervas daninhas. Esses foram os dois itens que mais diferiram na comparação dos sistemas de cultivo, como mostram os percentuais dos diversos componentes no custo variável total.

O consumo médio de óleo diesel e dos gastos com herbicidas e suas participações relativas no custo variável são mostrados na Tabela 4.

O consumo de combustível em plantio convencional foi quase o triplo do consumo em plantio direto. Apesar dessa discrepância, a participação do item combustível nos custos variáveis foi de pequena monta; isto significa que, entre os sistemas de cultivo, a diferença quanto ao uso representa pouco em termos do custo da produção do milho.

São evidentes, por outro lado, os maiores gastos com herbicidas em plantio direto, quando comparados com os gastos em plantio convencional. A participação relativa dos herbicidas nos custos de produção foi bastante elevada, atingindo quase 22% desses custos no plantio direto. Levando-se

TABELA 3. Custo variável médio por hectare na cultura de milho em plantio convencional e direto, com as participações relativas de cada componente de custos.

Componentes	Custos*		Participação relativa	
	PC	PD	PC	PD
	Cr\$/ha		%	
Preparo do solo	3.350,26		13,3	-
Manejo das ervas		1.900,69		7,4
Semeadura e adubação	6.544,12	6.984,06	26,0	27,2
Tratos culturais**	8.327,07	9.764,68	33,1	38,0
Colheita	2.426,19	2.426,19	9,6	9,4
Total custos diretos	20.647,64	21.075,62	82,0	82,0
Custos indiretos (juros)	4.542,48	4.636,64	18,0	18,0
Custo variável total	25.190,12	25.712,26	100,0	100,0

* Média dos custos nas safras de 1976/77 a 1979/80, em valores monetários de 1981.

** Inclui a aplicação de herbicidas de pré-emergência e a gradagem de restos de cultura, realizada em plantio direto ao final do ciclo da cultura.

TABELA 4. Consumo médio de combustível e gastos com herbicidas e sua participação relativa no custo variável total da cultura de milho. Comparação entre os sistemas de plantio convencional e direto.

Sistemas de cultivo	Consumo de óleo diesel		Gastos com herbicidas	
	l/ha*	%**	Cr\$/ha*	%**
Plantio convencional	35,7	2,1	2.500,00	9,9
Plantio direto	13,0	0,7	5.889,35	21,7

* Médias dos gastos pela condução da cultura nas safras de 1976/77 a 1979/80. Custos dos herbicidas referidos aos valores monetários de 1980.

** Referem-se à participação relativa nos custos variáveis totais de produção de milho.

em conta as atuais tendências de mercado, pelas quais tanto o óleo diesel como os herbicidas (ambos dependentes do petróleo) tendem a subir de preço a taxas mais elevadas que o aumento do preço dos produtos agrícolas, pode-se concluir que o plantio direto será muito mais vulnerável em termos de aumento dos custos variáveis, pela maior participação dos herbicidas nos custos de produção.

Não se observou diferença significativa entre os custos de máquinas e implementos, quando se compararam os sistemas de cultivo. A diminuição de custos pela não utilização de arado e grade foi neutralizada pelo alto custo da semeadeira de plantio direto. Cabe lembrar que esta análise considerou a cultura do milho isoladamente e que, em condições normais, todas as culturas teriam maior ou menor complementariedade no uso e no custo desses componentes. Uma investigação mais detalhada acerca das operações de preparo do solo e semeadura nos dois sistemas de cultivo poderá conduzir a diferenças significativas a favor do plantio direto, pela possibilidade de concentrar o plantio no período ótimo, dado ao menor dispêndio de tempo com operações de preparo do solo nesse sistema de cultivo.

Quanto à mão-de-obra, houve uma redução de uso no plantio direto, que não pode ser considerada acentuada.

A comparação da rentabilidade e riscos das diferentes sucessões de culturas mostrou melhor resultado econômico para a alternância de soja com milho em rotação com trigo, do que para o cultivo contínuo da rotação soja-trigo, ano após ano. Além de uma margem bruta mais elevada, essa alternância evidenciou menor risco econômico, tanto em plantio convencional como em plantio direto.

CONCLUSÕES

1. O milho apresentou maior velocidade de emergência e crescimento inicial mais uniforme e vigoroso no plantio direto.
2. Os danos por acamamento foram menores em plantio direto, devido a melhor fixação das plantas de milho ao solo.
3. As deficiências de nitrogênio foram mais

acentuadas no milho em plantio direto e favoreceram a ocorrência de quebraamento dos colmos e a redução da produtividade de grãos.

4. Em rotação com a soja, houve diminuição das deficiências de nitrogênio e melhoria da produtividade de milho em plantio direto.

5. Na média das quatro safras consecutivas, os rendimentos de milho entre plantio direto e plantio convencional foram similares.

6. Em plantio direto houve maior ocorrência de ervas daninhas, mas o milho foi a cultura que melhor favoreceu a diminuição de infestação.

7. A incidência de podridão do colmo foi maior em plantio direto, estando relacionada com a quantidade de resíduos remanescentes sobre o terreno.

8. Os sistemas de cultivo e as rotações de culturas não afetaram a intensidade de moléstias foliares.

9. Os custos variáveis de produção não diferiram significativamente entre si, mas o plantio direto apresentou tendência de custo ligeiramente superior (cerca de 10%) ao do plantio convencional.

10. O consumo de óleo diesel em plantio convencional foi quase três vezes maior do que em plantio direto, enquanto que os gastos com herbicidas foram sensivelmente maiores em plantio direto.

11. A alternância de soja com milho na rotação com trigo mostrou melhor resultado econômico comparado à rotação contínua de soja com trigo. Essa alternância evidenciou margem bruta mais elevada e menor risco econômico em ambos os sistemas de cultivo.

REFERÊNCIAS

- BOLKAN, H.A.; DIANESE, J.C. & CUPERTINO, F.P. Survival and colonization potencial of *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* in soil. *Phytopathology*, 69: 1298, 1979.
- MASCARENHAS, H.A.A.; HIROCE, R.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C.; POMMER, C.V. & SAWAZAKI, E. Efeito do nitrogênio residual de soja na produção de milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, 1978. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSoja, 1978. p.307-18.
- MCMAHON, M.A. & THOMAS, G.W. Anion leaching in two Kentucky soils under conventional tillage and killed-sod mulch. *Agr. J.*, 68:437-42, 1976.
- PHILLIPS, S.H. & YOUNG JUNIOR, H.M. No-tillage farming. *Milwaukee*, Reiman, 1973. 224p.