

RENTABILIDADE DAS CULTURAS DE MILHO, SOJA E TRIGO EM DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO¹

Lidia Pacheco Yokoyama², Pedro Marques da Silveira² e Luís Fernando Stone²

ABSTRACT

PROFITABILITY OF MAIZE, SOYBEAN AND WHEAT CROPS UNDER DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS

The objective of this study was to evaluate the profitability of maize, soybean and wheat crops under different soil tillage systems. The experiment, covering twelve cultivations, was carried out at 'Embrapa Arroz e Feijão' (Santo Antônio de Goiás, GO, Brazil), on Oxisol, under center pivot irrigation for six consecutive years (from September 1992 to September 1998). The tillage treatments were: moldboard plough, harrow disc, and no-tillage. Soybean and maize were sown in November-December and wheat in May-June. The moldboard plough tillage system showed the highest benefit/cost operational ratio (2.03) for the maize crop: 4.6% and 3.1% higher than harrow disc and no-tillage systems, respectively, with a net profit of R\$749.02/ha. The harrow disc tillage system showed the highest benefit/cost operational ratio for the soybean and wheat crops (1.22 and 1.31, respectively): 5.2% and 2.5% higher than the moldboard plough and 3.5% and 9.2% higher than the no-tillage system. Under the harrow disc tillage system, the net profit was R\$157.03/ha for soybean and R\$272.27/ha for wheat.

KEY WORDS: Moldboard plough, harrow disc, no-tillage, economical evaluation.

INTRODUÇÃO

O preparo adequado do solo é fundamental para a produção agrícola e visa atingir três objetivos básicos: descompactação, controle de plantas daninhas anuais e perenes, e incorporação de resíduos orgânicos e corretivos. Nos solos de cerrado, sob condições tropicais, com predominância de Oxisolos (Latossolos) e Entissolos (Areias Quartzosas, Podzóis), além de outros problemas, a compactação e a desuniformidade da fertilidade no perfil, que é

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a rentabilidade do milho, da soja e do trigo em diferentes sistemas de preparo do solo. O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho perférrico, em área irrigada por pivô central, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antonio de Goiás, GO, durante seis anos, de setembro de 1992 a setembro de 1998, nos quais foram feitos doze cultivos. Foram comparados três sistemas de preparo do solo: aração com arado de aiveca, aração com grade aradora e plantio direto. As culturas do milho e da soja foram semeadas em novembro-dezembro, e a do trigo foi semeada em maio-junho. Para a cultura do milho, o sistema de preparo do solo que propiciou maior relação benefício/custo operacional (2,03) foi aquele em que se utilizou arado de aiveca. O sistema representou 4,6% e 3,1% a mais em relação à grade aradora e ao plantio direto, respectivamente, gerando uma receita líquida de R\$749,02/ha. Para as culturas da soja e do trigo, o sistema de preparo do solo que apresentou maior relação benefício/custo operacional foi o da grade aradora, 1,22 e 1,31, respectivamente. Isso representou 5,2% e 2,5% a mais em relação ao arado de aiveca e 3,5% e 9,2% em relação ao plantio direto. Com o uso desse sistema, a receita líquida foi de R\$157,03/ha para a soja e de R\$272,27/ha para o trigo.

PALAVRAS-CHAVE: Arado de aiveca, grade aradora, plantio direto, avaliação econômica.

predominantemente superficial, são limitações comuns que devem ser parcial ou totalmente eliminadas pelo preparo do solo (Oliveira *et al.* 1996).

O sistema de preparo do solo com grade aradora tem sido o mais usado na região de cerrado. Normalmente a grade trabalha o solo a pouca profundidade e apresenta alto rendimento de campo. Entretanto, o uso contínuo desse implemento pode levar à formação de camadas compactadas, chamadas "pé-de-grade" (Silva 1992), que dificultam a penetração da água e das raízes, favorecendo, como consequência, a erosão do solo.

1. Trabalho recebido em ago./2002 e aceito para publicação em nov./2002.

2 Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO.

E-mail: pmarques@cnpaf.embrapa.br; stone@cnpaf.embrapa.br

O preparo com arado de aiveca é pouco usado porque este requer maior tempo e energia para a sua operação que os demais, embora possa resultar em maiores produtividades de milho, soja e trigo (Balbino & Oliveira 1992, Kochhann & Denardim 1997, Kluthcouski *et al.* 2000), quando comparado ao sistema de plantio direto ou ao preparo com grade aradora. Isso ocorre devido ao pior desenvolvimento do sistema radicular nesses tipos de preparo, por causa da compactação do solo na camada superficial ou subsuperficial, respectivamente.

O plantio direto, sistema de semeadura em que a semente e o adubo são colocados diretamente no solo não revolvido, com o uso de máquinas especiais, pode ser uma alternativa aos tipos de preparo do solo e contribuir para a sustentabilidade de sistemas agrícolas intensivos. Basta lembrar que ele mantém o solo coberto por restos culturais ou por plantas vivas o ano inteiro, minimizando os efeitos da erosão e mantendo o conteúdo de matéria orgânica (Albuquerque *et al.* 1995). Entretanto, no sistema de plantio direto, geralmente os solos apresentam, na camada superficial, após três a quatro anos, maiores valores de densidade e microporosidade, e menores valores de macroporosidade e porosidade total, quando comparados a solos sob preparo convencional. Isso decorre, principalmente, do arrançamento natural do solo quando não é mobilizado e da pressão provocada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas, sobretudo quando realizado em solos argilosos e com teores elevados de umidade (Castro 1989).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a rentabilidade das culturas do milho, da soja e do trigo, nos sistemas referenciados nos parágrafos anteriores.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido sobre Latossolo Vermelho distrófico, em área irrigada por pivô central, localizada na Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, GO (16°27' de latitude, 49°17' de longitude e 823 m de altitude). O experimento foi conduzido durante seis anos, de setembro de 1992 a setembro de 1998, período em que foram feitos doze cultivos.

Foram comparados três sistemas de preparo do solo: aração com arado de aiveca, realizada em novembro-dezembro e em maio-junho; aração com grade aradora, em ambos os períodos; e sistema de plantio direto. As culturas estudadas foram o milho,

a soja e o trigo. No preparo do solo, de acordo com o tratamento, foram utilizados arado de três aivecas comuns, operando na profundidade de aproximadamente 30 cm, e grade aradora de vinte discos de 66 cm de diâmetro, operando de 10 a 15 cm. As culturas do milho e da soja foram semeadas em novembro-dezembro, e a do trigo, em maio-junho.

Em média, as doses de adubo aplicadas por safra foram 72 kg/ha de N, 94 kg/ha de P_2O_5 e 53 kg/ha de K_2O , para o milho; 73 kg/ha de P_2O_5 e 67 kg/ha de K_2O , para a soja; e 61 kg/ha de N, 110 kg/ha de P_2O_5 e 56 kg/ha de K_2O , para o trigo. Os híbridos de milho variaram a cada ano agrícola, sendo utilizados, na ordem, Agroceres IEX-9252, Cargill 701, Agroceres 510, Cargill 915, Cargill 333 e Cargill 435, no espaçamento de 0,90 m entre linhas. As cultivares de soja utilizadas foram Doko RS (1º, 2º, 4º, 5º e 6º anos) e Emgopa 305 (3º ano), sendo semeadas no espaçamento de 0,45 m entre linhas, com cerca de 30 sementes por metro, tratadas com inoculante específico. Utilizaram-se as cultivares de trigo BR 33 Guará (1º, 2º, 3º e 4º anos) e BR-42 Formosa (5º e 6º anos), no espaçamento de 0,25 m entre linhas.

Na cultura do trigo, foram feitas irrigações para elevar o conteúdo de água do solo à capacidade de campo (10kPa), sempre que a média da leitura de três tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade se situava entre 30 e 40 kPa.

As produtividades das culturas foram determinadas em áreas de 7,2 m² por parcela. Para a análise de variância dos dados de produtividade, considerou-se o delineamento inteiramente casualizado. O número de repetições variou com os anos, sendo igual a oito ou dezesseis, dependendo do número de rotações em que a cultura participava no ano (uma ou duas). Foi feita a análise conjunta de variância envolvendo os seis anos, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5%.

Foi realizado o acompanhamento do custo operacional de produção de todos os tratamentos. Trabalhou-se com a média de produtividade e com a média do custo operacional de produção. Os coeficientes técnicos foram obtidos nas lavouras. Os preços de mercado dos fatores e produtos foram os praticados na praça de Goiânia, no mês de abril de 2002. Como preços de venda dos produtos também foram considerados os vigentes no mês de abril, em Goiânia, sendo o do milho igual a R\$11,50/sc.60 kg; o da soja igual a R\$18,00/sc.60 kg; e o do trigo igual a R\$20,70/sc.60 kg. O valor do dólar em 30/4/2002 estava em R\$2,38.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade do milho sob preparo do solo com arado de aiveca foi, na média dos seis anos, 9% e 7% superior às obtidas no preparo com grade e no plantio direto, respectivamente (Tabela 1). Isso, provavelmente, pela não-ocorrência dos aspectos negativos da compactação subsuperficial que se verifica no preparo com grade aradora e da compactação superficial ocorrente no sistema de plantio direto. A produtividade média obtida neste último sistema não diferiu significativamente da obtida no preparo com grade. Esses resultados concordam com os obtidos por Kluthcouski *et al.* (2000) em solo de cerrado.

Verificou-se que o sistema mais econômico foi aquele em que se preparou o solo com arado de aiveca, o qual apresentou uma relação benefício/custo operacional de 2,03, representando 4,6% e 4,1% a mais em relação à grade aradora e ao plantio direto, respectivamente. A receita líquida para o sistema de preparo com arado foi de R\$749,59, contra R\$656,02 e R\$659,11, para a grade aradora e o plantio direto, respectivamente (Tabelas 2 e 3). Isto ocorreu apesar do custo de produção ter sido maior com o uso do arado de aiveca, pois a produtividade, como mencionado anteriormente, também foi superior à da grade aradora e à do plantio direto. Assim como a produtividade, a relação benefício/custo operacional praticamente não diferiu entre os sistemas com grade

Tabela 1. Produtividades médias¹ de milho, soja e trigo, relativas aos sistemas de preparo do solo, no período de 1992 a 1998 (Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO)

Sistema de preparo	Produtividade ² (kg/ha)		
	Milho	Soja	Trigo
Arado de aiveca	7.707a (109)	2.830a (99)	3.381a (101)
Grade aradora	7.072b (100)	2.861a (100)	3.362a (100)
Plantio direto	7.179b (102)	2.756a (96)	2.783b (83)

¹- Valores ponderados pelo número de rotações em que a cultura participava a cada ano.

²- Dentro de cultura, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os valores entre parênteses são comparativos ao tratamento Grade aradora.

aradora e plantio direto, sendo igual a 1,94% e 1,97%, respectivamente.

Os sistemas de preparo do solo não tiveram efeito significativo sobre a produtividade da soja, na média dos seis anos (Tabela 1), concordando com os resultados obtidos por Kluthcouski *et al.* (2000). Entretanto, do ponto de vista econômico, o preparo de solo com a grade aradora apresentou a maior relação benefício/custo operacional, 1,22, superior em 5,2% e 3,5% às obtidas no preparo com arado de aiveca e no plantio direto, respectivamente (Tabelas 2 e 3). A receita líquida com o uso da grade aradora foi de R\$157,03/ha, ou R\$8,72/sc.60 kg/ha. O sistema de plantio direto e o preparo do solo com arado de aiveca apresentaram receitas líquidas de R\$128,62/ha e R\$118,17/ha, respectivamente.

Os preparos do solo com arado de aiveca ou com grade aradora propiciaram maiores produtividades em trigo que o plantio direto (Tabela 1). A maior rentabilidade foi apresentada pelo sistema de preparo de solo com grade aradora, com 1,31% de relação benefício/custo, 2,5% e 9,2% a mais do que

no preparo com arado e no sistema de plantio direto, respectivamente. Com a grade aradora, a receita líquida ficou em R\$272,27/ha, contra R\$255,65/ha e R\$156,84/ha, para os sistemas com arado de aiveca e plantio direto, respectivamente (Tabelas 2 e 3).

CONCLUSÕES

1. O plantio direto apresenta os menores custos operacionais de produção em comparação aos demais preparos do solo.
2. Na cultura do milho, o preparo do solo com arado de aiveca propicia maior produtividade, receita líquida e relação benefício/custo operacional.
3. Na cultura da soja, o uso da grade aradora propicia maior receita líquida e relação benefício/custo operacional.
4. Na cultura do trigo, os sistemas de preparo que mobilizam o solo propiciam maiores produtividades, sendo que o sistema de preparo com

Tabela 2. Demonstrativo do custo operacional médio das culturas de milho, soja e trigo, em diferentes sistemas de preparo do solo, no período de 1992 a 1998 (Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO)

Operações	Arado de aiveca		Grade aradora		Plantio direto	
	Custo operac.	% partic.	Custo operac.	% partic.	Custo operac.	% partic.
----- Milho -----						
Dessecação da palhada	-	0,0	-	0,0	62,00	8,9
Preparo do solo	92,50	12,7	65,00	9,3	-	0,0
Semeadura/adubação	292,95	40,2	292,95	41,9	292,95	42,0
Tratos culturais	255,50	35,1	255,50	36,5	255,50	36,7
Colheita	66,00	9,1	66,00	9,4	66,00	9,5
Administração	21,21	2,9	20,38	2,9	20,29	2,9
TOTAL	728,16	100,0	699,83	100,0	696,74	100,0
----- Soja -----						
Dessecação da palhada	-	0,0	-	0,0	62,00	8,9
Preparo do solo	92,50	12,7	65,00	9,3	-	0,0
Semeadura/adubação	318,22	43,5	317,02	45,2	317,02	45,4
Tratos culturais	232,82	31,9	232,82	33,2	232,82	33,4
Colheita	66,00	9,0	66,00	9,4	66,00	9,4
Administração	21,29	2,9	20,43	2,9	20,34	2,9
TOTAL	730,83	100,0	701,27	100,0	698,18	100,0
----- Trigo -----						
Dessecação da palhada	-	0,0	-	0,0	58,40	7,3
Preparo do solo	92,50	10,1	65,00	7,3	-	0,0
Semeadura/adubação	410,37	45,1	410,37	46,2	410,00	51,0
Tratos culturais	205,40	22,5	210,40	23,7	135,50	16,9
Irrigação	110,00	12,1	110,00	12,4	110,00	13,7
Colheita	66,00	7,3	66,00	7,5	66,00	8,2
Administração	26,53	2,9	25,85	2,9	23,40	2,9
TOTAL	910,80	100,0	887,62	100,0	803,30	100,0

Tabela 3. Análise econômica das culturas de milho, soja e trigo em diferentes sistemas de preparo do solo, no período de 1992 a 1998 (Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO)

Itens	Preparo do solo		
	Arado de aiveca	Grade aradora	Plantio direto
----- Milho -----			
Produtividade (sc. 60 kg/ha)	128,45	117,87	119,65
Preço de venda (R\$/sc.60kg)	11,50	11,50	11,50
Receita total (R\$)	1.477,18	1.355,47	1.375,98
Custo operacional de produção (R\$)	728,16	699,83	696,74
PE ¹ s/custo operacional (sc.60kg)	63,32	60,85	60,59
Receita líquida (R\$)	749,02	655,64	679,24
Receita líquida (sc.60kg)	65,13	57,01	59,06
Rel. benefício/custo operacional (%)	2,03 (104,6)	1,94 (100,0)	1,97 (100,5)
----- Soja -----			
Produtividade (sc. 60 kg/ha)	47,17	47,68	45,93
Preço de venda (R\$/sc.60kg)	18,00	18,00	18,00
Receita total (R\$)	849,00	858,30	826,80
Custo operacional de produção (R\$)	730,83	701,27	698,18
PE s/custo operacional (sc.60kg)	40,60	38,96	38,79
Receita líquida (R\$)	118,17	157,03	128,62
Receita líquida (sc.60kg)	6,57	8,72	7,15
Rel. benefício/custo operacional (%)	1,16 (100,0)	1,22 (105,2)	1,18 (101,7)
----- Trigo -----			
Produtividade (sc. 60 kg/ha)	56,35	56,03	46,38
Preço de venda (R\$/sc.60kg)	20,70	20,70	20,70
Receita total (R\$)	1.166,45	1.159,89	960,14
Custo operacional de produção (R\$)	910,80	887,62	803,30
PE s/custo operacional (sc.60kg)	44,00	42,88	38,81
Receita líquida (R\$)	255,65	272,27	156,84
Receita líquida (sc.60kg)	12,35	13,15	7,58
Rel. benefício/custo operacional (%)	1,28 (106,7)	1,31 (109,2)	1,20 (100,0)

¹- PE: Ponto de equilíbrio sobre o custo operacional.

grade aradora apresenta maior receita líquida e maior relação benefício/custo operacional.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, J. A., D. J. Reinert, J. E. Fiorin, J. Ruedell, C. Petreire, & F. Fontinelli. 1995. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 19(1): 115-9.
- Balbino, L. C. & E. F. de Oliveira. 1992. Efeito do sistema de preparo do solo no rendimento de grãos de trigo, soja e milho. In *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 20. Londrina, Paraná. v.2, p. 1354-60. Anais.
- Castro, O. M. de. 1989. Compactação do solo em plantio direto. In A. L. Fancelli (Coord.). *Plantio direto no Estado de São Paulo*. FEALQ/ESALQ, Piracicaba. p. 129-39.
- Kluthcouski, J., A. L. Fancelli, D. Dourado-Neto, C. M. Ribeiro & L. A. Ferraro. 2000. Manejo do solo e o rendimento da soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. *Scientia Agrícola*, 57(1): 97-104.
- Kochhann, R.A. & J.E. Denardin. 1997. Comportamento das culturas de trigo, soja e milho à adubação fosfatada no sistema de plantio direto e preparo convencional. In *Seminário Internacional do Sistema de Plantio Direto*, 2. Passo Fundo, Rio G. do Sul. p. 243-246. Anais.
- Oliveira, I. P. de, J. Kluthcouski, L. P. Yokoyama, L. G. Dutra, T. de A. Portes, A. E. da Silva, B. da S. Pinheiro, E. Ferreira, E. da M. de Castro, C. M. Guimarães, J. de C. Gomide & L. C. Balbino. 1996. Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. *Embrapa-CNPAF/APA*, Goiânia. 90 p.
- Silva, J. G. 1992. Ordens de gradagem e sistemas de aração do solo: desempenho operacional, alterações na camada mobilizada e respostas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Tese Doutorado. UNESP, Botucatu. 180 p.