

ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS¹, IVO AMBROSI², JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY³,
CRISTIANO DO CARMO⁴

RESUMO - Num período de quatro anos, foram avaliados, em Passo Fundo, RS, os efeitos de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de manejo de solo – 1) plantio direto, 2) cultivo mínimo, 3) preparo convencional de solo com arado de discos e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas – e três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/sorgo ou milho) e sistema III (trigo/soja, ervilhaca/sorgo ou milho e aveia branca/soja). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos sistemas de manejo de solo, e as subparcelas, pelos sistemas de rotação de culturas. No presente trabalho, apresenta-se a análise econômica de 1994 a 1997. O plantio direto (R\$ 412,49) e o cultivo mínimo (R\$ 389,37) apresentaram receita líquida mais elevada. O preparo convencional de solo com arado de discos (R\$ 339,90) enquadrou-se em posição intermediária, enquanto o preparo convencional com arado de aivecas (R\$ 322,18) apresentou a menor receita líquida. Não foram observadas diferenças significativas em receita líquida, decorrentes dos sistemas de rotação de culturas.

Palavras-chave: custo, receita líquida, preparo convencional de solo, cultivo mínimo, plantio direto.

ECONOMIC ANALYSIS OF SOIL MANAGEMENT SYSTEMS AND CROP ROTATION

ABSTRACT - During four years, in Passo Fundo, RS, Brazil, the effects of soil management and crop rotation systems were assessed. Four soil management systems — 1) no-tillage, 2) minimum tillage, 3) conventional tillage using a disk plow, and 4) conventional tillage using a moldboard plow — and three crop rotation systems [system I (wheat/soybean), system II (wheat/soybean and common vetch/sorghum or corn), and system III (wheat/soybean, common vetch/sorghum or corn and white oats/soybean)] were compared. An experimental design of blocks at random with split-plots and three replications was used. The main plot was formed by the soil management systems, while the split-plots consisted of the crop rotation systems. Economic analysis from 1994 to 1997 is presented in this paper. No-tillage (R\$ 412.49) and minimum tillage (R\$ 389.37) presented higher net returns, while conventional tillage using a disk plow remained in intermediate position (R\$ 339.90) and tillage using a moldboard plow showed the lowest net return (R\$ 322,18). No significant differences were observed for net return as a result of crop rotation systems.

Key words: costs, net return, conventional soil preparation, minimum tillage, no-tillage.

¹Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPq), Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Autor para correspondência. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br. Bolsista CNPq-PQ

²Economista, MSc., UPF-FEA, Caixa Postal 566, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS

³Eng. Agr., Dr., Embrapa-CNPq. E-mail: julio@cnpt.embrapa.br

⁴Eng. Agr., Tomaz Gonzaga 461, CEP 99020-170 Passo Fundo, RS. Ex-bolsista CNPq-IC

Recebido para publicação em 05-04-2002

INTRODUÇÃO

Poucos são os estudos que relatam a análise econômica das espécies cultivadas pelos agricultores. Além disso, esses estudos têm sido realizados com as culturas de inverno ou verão, isoladamente (MARTIN et al., 1984; SALOMÃO, 1990).

Na região sul do Brasil, existem alguns trabalhos relacionando conjuntamente certas espécies de inverno e de verão, em sistemas de rotação de culturas (SANTOS et al. 1993; 1995). Relativamente a sistemas de manejo de solo, existem os trabalhos conduzidos por SORRENSON e MONTOYA (1989) e por RUEDELL (1995).

Dos trabalhos com sistemas de rotação de culturas ou de produção de grãos, destacam-se os realizados para Passo Fundo, RS, e região e para Guarapuava, PR, e região, envolvendo espécies de inverno (aveia branca, aveia preta, cevada, colza, ervilhaca, linho, serradela, trigo e triticale) e de verão (milho, soja e sorgo) (ZENTNER et al. 1990; SANTOS et al. 1995; 1999a; 1999b). Nesses casos, os custos das culturas de cobertura de solo (ervilhaca, serradela e tremoço) e de adubação foram amortizados pela cultura de verão (milho e sorgo).

Como as culturas de milho e de sorgo foram estabelecidas com ervilhaca, serradela e tremoço ainda em ciclo vegetativo, que foram dessecados *a posteriori* com herbicida de pré ou pós-emergência e sem o uso de adubação nitrogenada de cobertura, os sistemas de rotação de culturas ou de produção de grãos tornaram-se econômicos (ZENTNER et al. 1990; SANTOS et al. 1999a). Além disso, não foi usado herbicida total nas espécies de cobertura de solo, de inverno.

Dessa forma, ZENTNER et al. (1990), de 1984 a 1988, em Guarapuava, PR, e região sob sistema plantio direto, obtiveram a maior receita líquida com os sistemas trigo/soja e ervilhaca/milho (US\$ 427,00/ha), em relação aos sistemas trigo/soja (US\$ 158,00/ha), trigo/soja, linho/soja e ervilhaca/milho (US\$ 328,00/ha) e trigo/soja, aveia branca/soja, cevada/soja e ervilhaca/milho (US\$ 279,00/ha). SANTOS

et al. (1995), de 1980 a 1989, para Passo Fundo, RS, e região com culturas estabelecidas sob preparo convencional de solo, no inverno, e sob plantio direto, no verão, verificaram que o sistema trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e leguminosas/milho apresentou maior retorno econômico (US\$ 302,22/ha) do que o sistema trigo/soja (US\$ 180,73/ha).

Nos trabalhos realizados por SORRENSON e MONTOYA (1989) e por RUEDELL (1995), para Londrina, PR, e Cruz Alta, RS, não foram encontradas diferenças significativas entre os sistemas de manejo de solo ou de rotação de culturas. Esses mesmos autores relataram que o sistema plantio direto tendeu a ser mais econômico do que o preparo convencional de solo.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar economicamente sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas produtoras de grãos no inverno e no verão.

MATERIALE MÉTODOS

Os dados usados neste trabalho foram obtidos no experimento "Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas", instalado na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, de 1994 a 1997, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico. A área experimental vinha sendo cultivada com lavouras de trigo, no inverno, e de soja, no verão.

Foram avaliados quatro sistemas de manejo de solo – 1) sistema plantio direto, 2) preparo de solo com implemento cultivado mínimo JAN, no inverno, e plantio direto, no verão, 3) preparo convencional de solo com arado de discos e com grade de discos, no inverno, e plantio direto, no verão, e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas com grade de discos, no inverno, e plantio direto, no verão – e três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/sorgo, de 1994 a 1996, e milho, em 1997) e sistema III (trigo/soja, ervilhaca/sorgo, de 1994 a 1996, e milho, em 1997, e aveia branca/soja) (Tabela 1).

Tabela 1. Sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. Passo Fundo, RS

Rotação de culturas	Parcela principal				Subparcela			
					1994	1995	1996	1997
Rotação I	PD	PCD	PCA	PM	T/S	T/S	T/S	T/S
Rotação II	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/So	T/S	E/M
	PD	PCD	PCA	PM	E/So	T/S	E/So	T/S
Rotação III	PD	PCD	PCA	PM	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S
	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/So	Ab/S	T/S
	PD	PCD	PCA	PM	E/So	Ab/S	T/S	E/M

PD: plantio direto.

PCD: preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, e plantio direto, no verão.

PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno, e plantio direto, no verão.

PM: cultivo mínimo, no inverno, e plantio direto, no verão.

Ab: aveia branca. E: ervilhaca, M: milho, S: soja, So: sorgo, e T: trigo.

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura e baseada nos resultados da análise de solo. Nesse período de estudo, não foi usada adubação nitrogenada de cobertura nas culturas de sorgo ou de milho. Sorgo e milho foram semeados com a ervilhaca ainda em ciclo vegetativo, sendo esta dessecada *a posteriori* com herbicida de pré ou pós-emergência. As amostragens de solo, para determinação dos níveis de nutrientes e do nível de matéria orgânica, foram realizadas anualmente em todas as parcelas, após a colheita das culturas de inverno.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação para cada cultura, e a colheita foi realizada com colhedora especial de parcelas. O sorgo, ou milho, foi colhido manualmente. O rendimento de grãos (aveia branca, milho, soja, sorgo e trigo) foi determinado a partir da colheita de parte da parcela, ajustando-se o rendimento para umidade de 13 %.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos sistemas de manejo de solo, e as subparcelas, pelos sistemas de rotação de culturas. A parcela principal mediu 360

m² (4 m de largura x 90 m de comprimento), e a subparcela, 40 m² (4 m de largura x 10 m de comprimento).

A análise econômica foi determinada nos sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas pelo cálculo da receita líquida. Entende-se por receita líquida a diferença entre a receita bruta (rendimento de grãos das espécies em estudo x preço de venda como produto comercial) e os custos totais [custos variáveis (custos de insumos + custos das operações de campo) e custos fixos (exemplo: depreciação de máquinas e equipamentos e juros sobre o capital)]. Os custos com insumos, com operações de campo e com venda de produtos foram levantados em março de 1999, e os preços de venda representam os valores médios de mercado dos últimos anos (Tabela 2). No caso de ervilhaca, foi considerado como rendimento o percentual de nitrogênio da matéria seca.

Os sistemas foram avaliados anualmente (inverno + verão) e na média conjunta dos anos (1994 a 1997). Nas análises de variância, anuais e conjunta, consideraram-se como tratamentos as parcelas individuais (culturas) componentes dos sistemas de manejo ou de rotação estudados. Nos sistemas de manejo de solo, as médias foram comparadas entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade. Devido ao número de parcelas diferentes por rotação de culturas, a avaliação dos sistemas, em todas as análises, foi realizada por meio do teste F, usando-se contrastes que incluem os diferentes tratamentos dos sistemas envolvidos em cada comparação. Essa metodologia de contrastes compara os sistemas dois a dois em uma unidade de base homogênea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises conjuntas dos dados para receita líquida, de 1994 a 1997, apresentaram significância para os efeitos anos e para sistemas de manejo de solo. Resultados similares foram obtidos por SANTOS et al. (1995; 1999a) para o efeito ano. As con-

Tabela 2. Preço unitário (R\$) de venda dos produtos e dos insumos usados. Os custos com insumos foram levantados em março de 1999 e os preços de venda de produtos representam os preços médios de mercado dos últimos anos

Produto	Preço (R\$)		Produto	Preço (R\$)
	Produtos			Hérbicidas
	Semente	Produto	atrazine + simazine	5,45 l ⁻¹
aveia branca	200,00 t ⁻¹	130,00 t ⁻¹	bentazon	21,00 l ⁻¹
aveia preta	190,00 t ⁻¹	800,00 t ⁻¹	clomazone	37,00 l ⁻¹
ervilhaca	1.000,00 t ⁻¹	800,00 t ⁻¹	diclofob-metil	17,76 l ⁻¹
milho	2.000,00 t ⁻¹	113,00 t ⁻¹	diuron	6,35 l ⁻¹
soja	300,00 t ⁻¹	203,00 t ⁻¹	diuron + paraquat	9,27 l ⁻¹
sorgo	1.900,00 t ⁻¹	140,00 t ⁻¹	fluaazafob-p-butil	17,53 l ⁻¹
trigo	170,00 t ⁻¹	140,00 t ⁻¹	glifosate	5,80 l ⁻¹
	Fertilizantes		imazaquim	28,00 l ⁻¹
N	830,00 t ⁻¹		metribuzin	23,50 l ⁻¹
P ₂ O ₅	700,00 t ⁻¹		paraquat + diuron	9,20 l ⁻¹
K ₂ O	416,00 t ⁻¹		sethoxydín	20,00 l ⁻¹
cálcario	30,30 t ⁻¹		trifluralina	7,00 l ⁻¹
	Fungicidas			Inseticidas
propiconazole	44,00 l ⁻¹		endusulfan	7,50 l ⁻¹
tiabendazole	55,00 kg ⁻¹		formicida	3,60 kg ⁻¹
triadimenol	11,50 kg ⁻¹		fosmadion	16,00 l ⁻¹
	Herbicidas		lambdacioletrina	30,00 l ⁻¹
2,4-D	6,00 l ⁻¹		monocrotófos	9,00 l ⁻¹
assist	2,50 l ⁻¹		permitrina	23,00 l ⁻¹
atrazine	5,65 l ⁻¹		ticlorfon	7,80 l ⁻¹
atrazine + metolachlor	6,10 l ⁻¹		Vamidotion	23,00 l ⁻¹

dições climáticas, que variam de um ano para outro, influem no rendimento de grãos das espécies. Não houve significância entre as análises conjuntas dos resultados da receita líquida para os efeitos sistemas de rotação de culturas e para as interações anos x sistemas de manejo de solo e anos x sistemas de rotação de culturas.

As médias da receita líquida por hectare, anuais e conjunta dos anos, de 1994 a 1997, e as comparações estatísticas através do teste de Duncan ou de contrastes, proporcionadas pelos sistemas de ma-

nejo de solo e de rotação de culturas, podem ser verificadas nas tabelas 3 e 4.

Na análise anual, verificou-se que houve diferenças significativas na receita líquida, em virtude dos sistemas de manejo de solo, em dois dos quatro anos estudados (Tabela 3). No ano agrícola de 1994/95, o cultivo mínimo (R\$ 595,61), o plantio direto (R\$ 568,43) e o preparo convencional de solo com arado de discos (R\$ 533,80) apresentaram a maior receita líquida. Contudo, os dois últimos sistemas de manejo de solo foram semelhantes estatisticamente

ao preparo convencional de solo com arado de aivecas (R\$ 507,57). No período agrícola de 1996/97, o plantio direto (R\$ 401,19) foi superior ao cultivo mínimo (R\$ 306,41), ao preparo convencional de solo com arado de discos (R\$ 297,92) e ao preparo convencional de solo com arado de aivecas (R\$ 285,91), para receita líquida.

Tabela 3 . Análise da receita líquida média, por hectare, de sistemas de manejo de solo, no ano (inverno + verão) e na média dos anos, de 1994 a 1997. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de manejo de solo				Média
	PD	PCD	PCA	PM	
----- RS/ha -----					
1994/95	568,43 ab	533,80 ab	507,57 b	595,61 a	551,35 A
1995/96	344,05 a	262,37 a	233,37 a	339,43 a	294,81 B
1996/97	401,19 a	297,92 b	285,91 b	306,41 b	322,86 B
1997/98	336,31 a	265,52 a	261,86 a	316,02 a	294,93 B
Média	412,49 a	339,90 bc	322,18 c	389,37 ab	

D: plantio direto.

PCD: preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, e plantio direto, no verão.

PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno, e plantio direto, no verão.

PM: cultivo mínimo, no inverno, e plantio direto, no verão.

Na análise conjunta, de 1994/95 a 1997/98, observou-se que houve diferenças significativas para receita líquida decorrentes dos sistemas de manejo de solo (Tabela 3). O plantio direto (R\$ 412,49) e o cultivo mínimo (R\$ 389,37) apresentaram receita líquida mais elevada. Resultados similares foram obtidos por SMITH et al. (1996) e por SIJTSMAN et al. (1998). O preparo convencional de solo com arado de discos (R\$ 339,90) enquadrou-se em posição intermediária, enquanto o preparo convencional com arado de aivecas (R\$ 322,18) mostrou menor receita líquida. A maior receita líquida dos sistemas conservacionistas de manejo de solo, em comparação aos sistemas de preparo convencional de solo, pode ser explicada, em parte, pela diminuição no número de operações agrícolas (ZENTNER et al., 1991; BURT et al., 1994; HERNÁNZ et al., 1995; BORIN et al., 1997; GRAY et al. 1997; LÉGERE

et al., 1997). Além disso, essa diferença está relacionada diretamente com os rendimentos de grãos das culturas de aveia branca (2.182 kg/ha), de milho (6.225 kg/ha), de sorgo (6.109 kg/ha) e de trigo (2.117 kg/ha), que, nesse período de estudo, produziram menos sob esse sistema de manejo de solo (preparo convencional de solo com arado de aivecas) e conseqüentemente proporcionaram menor retorno bruto do que sob sistema plantio direto e sob cultivo mínimo (aveia branca: 2.516 e 2.415 kg/ha, milho: 7.517 e 7.092 kg/ha, sorgo: 6.992 e 6.958 kg/ha e trigo: 2.393 e 2.308 kg/ha, respectivamente). Nesse caso, como em dois anos e na média conjunta dos anos estudados, os sistemas de manejo conservacionista (plantio direto e cultivo mínimo) tenderam a superar, para receita líquida, os sistemas de preparo convencional de solo com arado de discos e de aivecas. Assim, recomenda-se o sistema plantio direto para cultivo tanto de espécies de inverno como de verão, por ser mais econômico.

Nos trabalhos conduzidos em Londrina, PR, e região por SORRENSON e MONTOYA (1989), em Cruz Alta, RS, e região por RUEDELL (1995), não foram encontradas diferenças significativas entre os sistemas de manejo de solo. Os mesmos autores relataram que o sistema plantio direto tendeu a ser mais econômico do que o preparo convencional de solo.

A receita líquida mais elevada, em todos os sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas, foi obtida no ano 1994/95 (R\$ 551,35/ha) (tabelas 3 e 4). Nesse ano, a cultura de soja, que foi contemplada em todos os sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas, produziu acima de 3.500 kg/ha.

Nas médias da análise anual da receita líquida, comparadas duas a duas, verificou-se que houve diferenças significativas, em função dos sistemas de rotação, nos anos 1996/97 e 1997/98 (Tabela 4). Nesse período, a receita líquida dos sistemas II e III foi superior à do sistema I. Nesses dois anos, a monocultura de trigo (sistema I) produziu menos (1.526 a 1.648 kg/ha) do que o trigo cultivado, sob sistema II (1.829 a 1.714 kg/ha) e sob sistema III (2.274 a 1.975 kg/ha). O maior rendimento de grãos

dos sistemas com rotação de culturas repercutiu positivamente na receita bruta e, conseqüentemente, na receita líquida desses sistemas. Por sua vez, soja, que também consta em todos os sistemas, tem produzido de forma satisfatória (média dos dois anos 2.762 kg/ha), o que manteve a receita líquida estabilizada, no verão. Na receita líquida conjunta dos anos, isso também foi verdadeiro para essa leguminosa. Resultados semelhantes, em parte, foram obtidos por ZENTNER et al. (1990) e por FONTANELI et al. (2000), com sistemas de produção para trigo, em que trigo/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja e aveia preta + ervilhaca pastejadas/milho, respectivamente, tiveram maior retorno econômico, com intervalo de um inverno sem trigo, em relação aos demais sistemas.

Considerando-se as comparações anuais, de 1996/97 e 1997/98, os sistemas II e III, envolvendo trigo/soja e ervilhaca/sorgo ou milho e trigo/soja, ervilhaca/sorgo ou milho e aveia branca/soja, respectivamente, apresentaram maior lucratividade do que o sistema I (monocultura trigo/soja) e devem ser preferidos, em relação a este. Resultado similar e com sistema de rotação de culturas mais longo (trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e leguminosas/milho) foi obtido por SANTOS et al. (1995). MARTIN et al. (1984), estudando sistemas de rotação de

culturas para milho em escala de lavoura, obtiveram mais lucro quando empregaram essa prática agrícola, comparativamente ao obtido com a monocultura desse cereal.

Na análise conjunta, de 1994/95 a 1997/98, quando comparadas duas a duas, não foram observadas diferenças significativas na receita líquida, em função de sistemas de rotação de culturas (Tabela 4). SANTOS et al. (1999a), conduzindo trabalho em Guarapuava, PR, e região com quatro sistemas de rotação de culturas para trigo, não verificaram diferenças significativas entre as médias dos sistemas estudados. Em trabalhos conduzidos em Londrina, PR, e região por SORRENSON e MONTOYA (1989), e em Cruz Alta, RS, e região por RUEDELL (1995), também não foram encontradas diferenças significativas entre os sistemas de rotação de culturas. Porém, VARVEL (1994), nos Estados Unidos da América, trabalhando com sistemas de rotação de culturas para milho, obteve diferenças significativas do rendimento de grãos, a favor dessa prática, em comparação com a monocultura.

Uma das explicações para não haver diferenças na receita líquida entre os sistemas estudados pode estar relacionada com a cultura de aveia branca, que consta somente no sistema III e que, nesse período, apresentou a menor receita líquida (R\$ 4,38) entre

Tabela 4 . Análise da receita líquida média, por hectare, de sistemas de rotação de culturas, no ano (inverno + verão) e na média dos anos, de 1994 a 1997. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de rotação de culturas					
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	I x II	I x III	II x III
	----- RS/ha -----			Contraste entre sistema (P>F)		
1994/95	558,46	559,86	543,31	ns	ns	ns
1995/96	370,01	240,91	305,67	ns	ns	ns
1996/97	230,27	338,90	343,02	**	**	ns
1997/98	138,86	317,80	331,71	**	**	ns
Média	324,40	364,37	380,93	ns	ns	ns

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/sorgo (de 1994 a 1996) ou milho (em 1997).

Sistema III: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo (de 1994 a 1996) ou milho (em 1997).

A metodologia de contrastes compara os sistemas dois a dois, pelo teste F.

ns: não significância.

as culturas produtoras de grãos de inverno. Deve ser levado em conta que a aveia branca foi afetada, na maioria dos anos, por doenças da parte aérea, principalmente por ferrugem-da-folha (*Puccinia coronata*). Quando essa doença é detectada a tempo, têm sido realizadas até duas aplicações de fungicidas, o que aumenta os custos, e conseqüentemente, diminui o retorno econômico. Além disso, o preço de venda de aveia branca é inferior ao de trigo.

Outra explicação do equilíbrio entre os sistemas pode estar relacionada com as culturas de sorgo e de milho, ou seja, o sorgo consta nos três primeiros anos, e o milho, no último ano deste estudo. O sorgo teve, nos dois primeiros anos, renda menor (R\$ 491,92 e R\$ 87,92) que a da cultura de soja (R\$ 578,83 e R\$ 453,32), enquanto o milho (R\$ 691,42), em 1997, rendeu o dobro de soja (R\$ 377,12). Como o sorgo e o milho têm de compensar a receita líquida negativa (R\$ -3,81) da cultura de cobertura de solo de inverno e de adubação verde (ervilhaca), isso manteve os sistemas equilibrados quanto à receita líquida.

Neste e em outros estudos conduzidos por pesquisadores da Embrapa Trigo, o milho, ou o sorgo tem amortizado financeiramente a cultura de cobertura de solo de inverno e de adubação verde, pelo fato de não ter sido colocada adubação nitrogenada de cobertura. Além disso, não tem sido aplicado herbicida total específico nas espécies de cobertura de solo de inverno (SANTOS et al., 1995; 1999a; 1999b). O milho, ou o sorgo, tem sido semeado com a ervilhaca ainda em ciclo vegetativo, sendo esta dessecada *a posteriori* com herbicida de pré ou pós-emergência.

Com base nos fundamentos da rotação de culturas e do sistema plantio direto, áreas imensas do Sul do Brasil foram protegidas e conseqüentemente tornaram-se sustentáveis pelo uso dessas práticas agrícolas (KOCHHANN e DENARDIN, 2000). Dessa maneira, a rotação de culturas viabiliza o sistema plantio direto.

CONCLUSÕES

Na análise conjunta dos dados, o plantio direto e o cultivo mínimo apresentam valores mais elevados para receita líquida. O preparo convencional de solo com arado de discos enquadra-se em posição intermediária, enquanto o preparo convencional com arado de aivecas obtém a menor receita líquida.

Pode-se recomendar o sistema plantio direto para cultivo tanto de espécies de inverno como de verão.

Na análise conjunta, não são observadas diferenças significativas na receita líquida decorrentes dos sistemas de rotação de culturas.

A cultura de soja mantém a receita líquida estabilizada em todos os anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORIN, M.; MENINI, C.; SARTORI, L. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 40, n. 3/4, p. 209-226. 1997.
- BURT, E. C.; REEVES, D. W.; RAPER, R. L. Energy utilization as affected by traffic in a conventional and conservation tillage system. *Transactions of the Asae*, St. Joseph, v. 37, n. 3, p. 759-762. 1994.
- FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2129-2137. 2000.
- GRAY, A. W.; HARMAN, W. L.; RICHARDSON, J. W.; WIESE, A. F.; REGIER, G. C.; ZIMMEL, P.T.; LANSFORD, V. D. Economic and financial viability of residue management: an application to the Texas High Plains. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v. 10, n. 1, p. 175-183. 1997.
- HERNÁNZ, J. L.; GIRÓN, V. S.; CERISOLA, C. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 35, n. 4, p. 183-198. 1995.
- KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. *Implantação e manejo do sistema plantio direto*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 36 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 20).
- LÉGÈRE, A.; SAMSON, N.; RIOUX, R.; ANGERS, D. A.; SIMARD, R. R. Response of spring barley to crop rotation, conservation tillage, and weed management intensity. *Agronomy Journal*, Madison, v. 89, n. 4, p. 628-638. 1997.

- MÁRTIN, N. B.; SANTOS, Z. A. P. S.; ASSUMPÇÃO, R. Análise econômica da utilização da adubação verde nas culturas de algodão e soja em rotação com milho e amendoim. In: FUNDACÃO CARGILL. *Adubação verde no Brasil*. Campinas, 1984. p. 133-160.
- RUEDELL, J. *Plantio direto na região de Cruz Alta*. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. 134 p.
- SALOMÃO, C. C. *Sistemas de plantio direto e convencional com enfoque na análise de decisão*. 1990. 127 f. Tese (Mestrado em Agronomia)-Economia Agrária, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I.; IGNACZAK, J. C.; WOBETO, C. Análise econômica de sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2175-2183, dez. 1999a.
- _____, AMBROSI, I.; LHAMBY, J. C. B.; BAIER, A. C. Sistemas de produção alternativos de triticale, sob sistema plantio direto, em Passo Fundo, RS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 2, p. 201-208, fev. 1999b.
- _____, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; LHAMBY, J. C. B.; AMBROSI, I. Análise econômica de quatro sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 9, p. 1167-1175, set. 1995.
- _____, H. P. dos; ZENTNER, R. P.; SELLES, F.; AMBROSI, I. Effect of crop rotation on yields, soil chemical characteristics, and economic returns of zero-till barley in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 28, n. 2, p. 141-158, 1993.
- SIJTSMA, C. H.; CAMPBELL, A. J.; McLAUGHLIN, N. B.; CARTER, M. R. Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on a farm scale. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 49, n. 3, p. 223-231, 1998.
- SMITH, E. G.; PETERS, T. L.; BLACKSHAW, R. E.; LINDWALL, C. W.; LARNEY, F. J. Economics of reduced tillage fallow-crop systems in the Dark Brown soil zone of Alberta. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v. 76, n. 3, p. 411-416, 1996.
- SORRENSON, W. J.; MONTOYA, L. J. *Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná*. Londrina: IAPAR, 1989. 220 p.
- VARVEL, G. E. Monoculture and rotation system effects on precipitation use efficiency of corn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 86, n. 1, p. 204-208, 1994.
- ZENTNER, R. P.; SELLES, F.; SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I. Effect of crop rotations on yields, soil characteristics, and economic returns in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo. *Conservation tillage for subtropical areas: proceedings*. Passo Fundo: CIDA / EMBRAPA-CNPT, 1990. p. 96-116.
- _____, R. P.; TESSIER, S.; PERU, M.; DYCK, F. B.; CAMPBELL, C. A. Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 21, n. 3-4, p. 225-242, 1991.