

# **ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO COM CULTURAS PRODUTORAS DE GRÃOS NO INVERNO E NO VERÃO**

Henrique Pereira dos Santos<sup>1,2</sup>

Ivo Ambrosi<sup>1</sup>

Julio Cesar Berreneche Lhamby<sup>1</sup>

Cristiano do Carmo<sup>3</sup>

## **Introdução**

*A rotação de culturas, em virtude de seus benefícios conservacionistas e econômicos, constitui requisito fundamental à viabilização do plantio direto, como método de manejo de solo e de culturas. Portanto, as espécies contempladas no planejamento do sistema de rotação de culturas devem atender tanto aos aspectos técnicos, que objetivam a conservação do solo e a preservação de ambiente, como aos aspectos econômicos e comerciais, compatíveis com os sistemas de produção praticados regionalmente. O objetivo deste trabalho foi avaliar economicamente sistemas de manejo de solo e de rotação com culturas produtoras de grãos no inverno e no verão.*

## **Metodologia**

*Os dados usados neste trabalho foram obtidos no experimento "Efeito de manejo de solo e de rotação de culturas", instalado na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, de 1994 a*

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. e-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br, ambrosi@cnpt.embrapa.br, julio@cnpt.embrapa.br.

<sup>2</sup> Bolsista CNPq-PQ.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., ex-bolsista CNPq-IC.

1997, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico.

Foram avaliados quatro sistemas de manejo de solo - 1) plantio direto, 2) preparo de solo com implemento cultivado mínimo JAN, no inverno, e semeadura direta, no verão, 3) preparo convencional de solo com arado de discos e com grade de discos, no inverno, e semeadura direta, no verão, e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas com grade de discos, no inverno, e semeadura direta, 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).

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 na cultura de sorgo ou de milho. O sorgo e o milho foram semeados com a ervilhaca ainda em ciclo vegetativo, sendo dessecada a posteriori com herbicida de pré ou pós-emergência. As amostragens de solo, para determinação dos níveis de nutrientes e do teor 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 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 m<sup>2</sup> (4 m de largura x 90 m de comprimento) e a subparcela 40 m<sup>2</sup> (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  $\times$  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 dezembro de 1998.

Os sistemas foram avaliados anualmente (inverno + verão) e na média conjunta dos anos (1994 a 1997). Nas análises de variância, anuais e conjunta, considerou-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

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 manejo de solo e de rotação de culturas, podem ser verificadas nas Tabelas 2 e 3.

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 2). 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 as maiores receitas líquidas. 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.

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 2). O plantio direto (R\$ 412,49) e o cultivo mínimo (R\$ 389,37) apresentaram os valores mais elevados para receita líquida. O preparo convencional de solo com arado de discos (R\$ 339,90) enquadrou-se numa posição intermediária, enquanto o preparo convencional com arado de aivecas (R\$ 322,18) mostrou menor receita líquida. Como em dois anos e na média conjunta dos 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, recomenda-se o sistema plantio direto para cultivo tanto das espécies de inverno como das de verão, por ser mais econômico.

Na análise anual da receita líquida, verificou-se que houve diferenças significativas, em função dos sistemas de rotação, nos anos 1996/97 e 1997/98 (Tabela 3). 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 abaixo (1.526 a 1.648 kg/ha) do trigo cultivado sob sistemas II (1.829 a 1.714 kg/ha) e III (2.274 a 1.975 kg/ha). Essa diferença a maior no rendimento de grãos dos sistemas com rotação de culturas repercutiu positivamente na receita bruta e, conseqüentemente, na receita líquida desses sistemas. Por sua vez, a soja, que também consta de 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.

Na análise conjunta, de 1994/95 a 1997/98, não foram observadas diferenças significativas na receita líquida, em função de sistemas de rotação de culturas (Tabela 3). Uma das explicações de não haver diferenças na receita líquida entre os sistemas estudados

pode estar relacionada com a cultura de aveia branca, que consta somente do sistema III e que, nesse período, apresentou a menor receita líquida (R\$ 4,38) das culturas produtoras de grãos de inverno. Outra explicação do equilíbrio entre os sistemas pode estar relacionada com as culturas de sorgo e de milho, ou seja, o sorgo consta dos três primeiros anos, e o milho, do último ano. O sorgo teve, nos dois primeiros anos, renda menor (R\$ 491,92 e R\$ 87,92) que a cultura da soja (R\$ 578,83 e R\$ 453,32), enquanto o milho (R\$ 691,42), em 1997, rendeu o dobro da 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 pela Embrapa Trigo, o milho 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 usado herbicida total específico. O milho tem sido semeado com a ervilhaca ainda em ciclo vegetativo, sendo dessecada a posteriori com herbicida de pré- ou pós-emergência.

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

Sucessão de culturas	Parcela principal				Subparcela			
					1994	1995	1996	1997
Sucessão I	PD	PCD	PCA	PM	T/S	T/S	T/S	T/S
Sucessão 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
Sucessão 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 semeadura direta, no verão.

PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno, e semeadura direta, no verão.

PM: cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão.

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

Tabela 2. 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	Sistemas de manejo de solo				Média
	PD	PCD	PCA	PM	
	----- R\$/ha -----				
1994/95	568,43 AB	533,80 AB	507,57 B	595,61 A	551,35
1995/96	344,05 A	262,37 A	233,37 A	339,43 A	294,81
1996/97	401,19 A	297,92 B	285,91 B	306,41 B	322,86
1997/98	336,31 A	265,52 A	261,86 A	316,02A	294,93
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 semeadura direta, no verão.

PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno, e semeadura direta, no verão.

PM: cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão.

Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Tabela 3. 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
	----- R\$/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).

ns: não significativo.

\*\* : nível de significância de 1 %.