

# **ANÁLISE DE RISCO 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**

*Existem relativamente poucos trabalhos no Brasil sobre sistemas de rotação de culturas, analisados sob o ponto de vista econômico. A incorporação da análise de risco à avaliação econômica em estudos sobre rotação de culturas ou sistemas de produção de grãos é de relevância, auxiliando no processo de tomada de decisão. Assim, além das informações sobre a rentabilidade de determinada tecnologia, o agricultor poderá saber o risco que estará correndo com a sua adoção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a lucratividade e o risco de sistemas de manejo do 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 sistemas de manejo do solo e de rotação de cultu-*

---

<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 CPPq-PQ.

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

ras", instalado na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, de 1994 a 1997, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico.

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de manejo de solo - 1) plantio direto; 2) preparo de solo com implemento cultivivo 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 e 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 realizada adubação nitrogenada de cobertura na cultura de sorgo nem na 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, duas linhas centrais, deixando-se 1 m em cada extremidade da parcela, como bordadura. O rendimento de grãos (aveia branca, milho, soja, sorgo e trigo) foi determinado a partir da colheita 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 sis-

temas de rotação de culturas. A parcela principal mediu 360 m<sup>2</sup> (4 m de largura por 90 m de comprimento), e a subparcela, 40 m<sup>2</sup> (4 m de largura por 10 m de comprimento).

Foi efetuada a análise de variância (média variância) da receita líquida da média dos anos (1994 a 1997). 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 dos 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. As médias, na média variância da receita líquida, foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

Paralelamente, foi aplicado à receita líquida o programa denominado "Biorisco" ou "Pacta". Esse programa compara as alternativas, aos pares, do ponto de vista de rentabilidade e de risco (distribuição de probabilidade acumulada, "twentiles", e dominância estocástica, "pairwise").

## **Resultados**

A receita líquida foi influenciada pelos sistemas de manejo de solo. Não houve diferenças significativas para a receita líquida entre os sistemas de rotação de culturas e nem para a interação sistemas de manejo de solo x rotação de culturas. Em virtude disso, os dados da média variância da receita líquida, da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida e da dominância estocástica da receita líquida dos sistemas de manejo de solo serão apresentados separadamente dos sistemas de rotação de culturas (Tabelas 2 a 7).

Pela análise da média variância, o plantio direto (R\$ 412,49) e o cultivo mínimo (R\$ 389,37) apresentaram receita líquida

por hectare mais elevada (Tabela 2). O preparo convencional de solo com arado de discos (R\$ 339,90) situou-se em posição intermediária, enquanto o preparo convencional de solo com arado de aivecas mostrou a menor receita líquida (R\$ 322,18). Para receita líquida, nesse mesmo período, os sistemas de rotação estudados apresentaram os seguintes valores: sistema I: R\$ 324,40, sistema II: R\$ 364,37 e sistema III: R\$ 380,93 (Tabela 3).

O estudo da receita líquida através da média variância, às vezes, não permite a melhor tomada de decisão, servindo, apenas, para quantificar a rentabilidade de cada sistema. Para auxiliar na tomada de decisão, pode ser empregado o critério de segurança em primeiro lugar (distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida). Esse tipo de análise possibilita a escolha da alternativa com base em determinada probabilidade de garantir uma renda líquida em dado nível de escolha do tomador de decisão. Esse princípio baseia-se no critério da "segurança em primeiro lugar," ou seja, qual a possibilidade de um dos sistemas apresentar uma determinada renda líquida? O valor seria escolhido pelo tomador de decisão.

Os dados das Tabelas 4 e 5 foram gerados a partir da distribuição normal dentro de cada sistema. O próprio programa divide essa distribuição em 20 intervalos de 5 % de probabilidade cada.

Na análise da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (Tabela 4), o plantio direto mostrou, na baixa probabilidade de risco (5 %), maior renda líquida por hectare (R\$ 145,11) do que o preparo convencional de solo com arado de discos (R\$ 52,90), do que o preparo convencional de solo com arado de aivecas (R\$ 57,69) e do que o cultivo mínimo (R\$ 111,02). Na alta probabilidade de risco (100 %), o plantio direto obteve também a maior renda líquida por hectare (R\$ 899,29), em relação aos preparo convencional de solo com arado de disco (R\$ 862,43), preparo convencional de solo com arado de aivecas (R\$ 803,73) e cultivo mínimo (R\$ 896,14).

Na análise da probabilidade acumulada da receita líquida (Tabela 5), para rotação de culturas, o sistema III apresentou, na baixa probabilidade (5 %), maior renda líquida por hectare (R\$ 108,81), em comparação com os sistemas I (R\$ 50,41) e II (R\$ 75,56). Na alta probabilidade de risco (100 %), o sistema II obteve maior renda líquida por hectare (R\$ 890,19) do que os sistemas I (R\$ 823,24) e III (R\$ 876,36).

No caso dos sistemas de manejo de solo foi possível separar o plantio direto, nos dois níveis de probabilidade de risco (5 e 100 %). Com relação aos sistemas de rotação de culturas, não foi possível separar o mesmo sistema nos dois níveis de probabilidade de risco. Por esse método, a escolha da alternativa depende única e exclusivamente do nível de risco escolhido pelo tomador de decisão.

Pela análise da dominância estocástica, o plantio direto dominou os demais sistemas de manejo de solo estudados (Tabela 6). Por sua vez, o cultivo mínimo dominou o preparo convencional de solo com arado de discos e com arado de aivecas, e o preparo convencional de solo com arado de discos dominou o preparo convencional de solo com arado de aivecas. Os sistemas podem ser classificados, em termos de promoção de maior rentabilidade e menor risco, na seguinte ordem decrescente: plantio direto, cultivo mínimo, preparo convencional de solo com arado de discos e preparo convencional de solo com arado de aivecas. Por esse método foi possível separar o plantio direto como o mais lucrativo e de menor risco.

Por esse mesmo método, o sistema III dominou os demais sistemas de rotação de culturas estudados (Tabela 7). Por sua vez, o sistema II dominou o sistema I. Nesse caso, o sistema III foi o mais lucrativo e de menor risco para qualquer um dos sistemas de manejo de solo.

Como o risco tende a atuar como impedimento à adoção de práticas melhoradoras, por parte dos agricultores, este trabalho permite que seja escolhido o plantio direto e a rotação de culturas como

práticas viáveis economicamente, em relação aos demais sistemas de manejo de solo e à monocultura trigo/soja.

Nesse período de estudo, não foi realizada adubação nitrogenada de cobertura na cultura de sorgo ou de milho. Isso contribuiu para baratear os custos dos sistemas que usaram essa leguminosa como cultura de adubação verde.

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. Receita líquida média anual e desvio padrão, por hectare, para sistemas de manejo de solo, de 1994 a 1997. Passo Fundo, RS

Sistema de manejo de solo	Receita líquida média 1994 a 1997	Desvio padrão
	-----R\$/ha-----	
PD	412,49 a <sup>1</sup>	171,42
PCD	339,90 bc	184,00
PCA	322,18 c	169,57
PM	389,37 ab	178,45

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.

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.



Tabela 3. Receita líquida média anual e desvio padrão, por hectare, para sistemas de rotação de culturas, de 1994 a 1997. Passo Fundo, RS

Sistema de rotação de culturas	Receita líquida média 1994 a 1997	Desvio padrão
	-----R\$/ha-----	
Sistema I	324,40ns	175,65
Sistema II	364,37	185,15
Sistema III	380,93	174,46

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.

Tabela 4. Distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (twentiles), por hectare, para sistemas de manejo de solo, de 1994 a 1997. Passo Fundo, RS

Probabilidade de risco %	Sistema de manejo de solo			
	PD	PCD	PCA	PM
	----- R\$/ha -----			
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	145,11	52,90	57,69	111,02
10	181,18	91,61	93,36	148,57
15	205,49	117,71	117,41	173,88
20	272,15	189,26	183,36	243,28
25	300,01	219,17	210,92	272,28
30	317,72	238,17	228,43	290,71
35	343,64	265,99	254,07	317,69
40	362,45	286,19	272,68	337,28
45	387,08	312,62	297,04	362,91
50	407,99	335,07	317,73	384,69
55	439,75	369,16	349,14	417,74
60	477,66	409,85	386,65	457,21
65	489,94	423,03	398,79	469,99
70	507,27	441,64	415,94	488,04
75	533,02	469,27	441,41	514,84
80	566,86	505,60	474,89	550,07
85	594,10	534,84	501,83	578,43
90	632,86	576,45	540,18	618,78
95	693,84	641,90	600,50	682,26
100	899,29	862,43	803,73	896,14

PD: plantio direto.

PCD: preparo convencional de solo com arado de disco, no inverno, e semeadura, no verão.

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

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

Tabela 5. Distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (twentiles), por hectare, para sistemas de rotação de culturas, de 1994 a 1997. Passo Fundo, RS

Probabilidade de risco %	Sistema de rotação de culturas		
	Sistema I	Sistema II	Sistema III
	R\$/ha		
0	0,00	0,00	0,00
5	50,41	75,56	108,81
10	87,36	114,51	145,51
15	112,28	140,78	170,26
20	180,59	212,78	238,10
25	209,18	242,88	266,46
30	227,28	262,00	284,48
35	253,84	290,00	310,86
40	273,12	310,32	330,00
45	298,36	336,92	355,07
50	319,79	359,51	376,36
55	352,33	393,81	408,67
60	391,18	434,76	447,26
65	403,76	448,03	459,75
70	421,53	466,75	477,40
75	447,91	494,56	503,60
80	482,59	531,12	538,04
85	510,50	560,54	565,76
90	550,23	602,41	605,21
95	612,71	668,27	667,27
100	823,24	890,19	876,36

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 e ervilhaca/sorgo (de 1994 a 1996) ou milho (em 1997).

Tabela 6. Dominância estocástica da receita líquida de sistemas de manejo de solo, de 1994 a 1997. Passo Fundo, RS

Sistema de manejo de solo	Sistema de manejo de solo			
	PD	PCD	PCA	PM
PD	-	1	1	1
PCD	0	-	1	0
PCA	0	0	-	0
PM	0	1	1	-

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.

A leitura deve ser feita no sentido horizontal; 0 (zero) significa que a tecnologia da linha é dominada pela da coluna e 1 (um) significa que a tecnologia da linha domina a da coluna.

Tabela 7. Dominância estocástica da receita líquida de sistemas de rotação de culturas, de 1994 a 1997. Passo Fundo, RS

Sistema de rotação de culturas	Sistema de rotação de culturas		
	Sistema I	Sistema II	Sistema III
Sistema I	-	0	0
Sistema II	1	-	0
Sistema III	1	1	-

<sup>1</sup>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 e ervilhaca/sorgo (de 1994 a 1996) ou milho (em 1997).

A leitura deve ser feita no sentido horizontal; 0 (zero) significa que a tecnologia da linha é dominada pela da coluna e 1 (um) significa que a tecnologia da linha domina a da coluna.