

ANÁLISE DE RISCO DE SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS ENVOLVENDO SOJA E TRIGO, NUM PERÍODO DE DEZ ANOS, SOB PLANTIO DIRETO, EM GUARAPUAVA, PR

Henrique Pereira dos Santos

Ivo Ambrosi

Celso Wobeto¹

Objetivo

Avaliar sistemas de rotação de culturas envolvendo soja e trigo, cultivados em plantio direto, quanto aos aspectos de lucratividade e risco.

Metodologia

Os dados usados neste trabalho foram obtidos em experimento de sistemas de rotação de culturas para trigo desenvolvido na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., município de Guarapuava, PR, de 1984 a 1993, em Latossolo Bruno Álico.

As análises da média variância e de risco foram determinadas em quatro sistemas de rotação de culturas para trigo: I (100 % de trigo/100 % de soja); sistema II (50 % de trigo/50 % de soja e 50 % de ervilhaca/50 % de milho, de 1984 a 1989, e 50 % de trigo/50 % de soja e 50 % de aveia branca/50 % de soja, de 1990 a 1993); sistema III (33 % de trigo/33 % de soja, 33 % de linho/33 % de

¹ Eng.-Agr., M.Sc., Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda.

soja e 33 % de ervilhaca/33 % de milho, de 1984 a 1989, e 33 % de trigo/33 % de soja, 33 % de ervilhaca/33 % de milho e 33% de aveia branca/33 % de soja, de 1990 a 1993); e sistema IV (25 % de trigo/25 % de soja, 25 % de ervilhaca/25 % de milho, 25 % de cevada/25 % de soja e 25 % de aveia branca/25 % de soja) (Tabela 1).

As culturas foram estabelecidas em plantio direto, exceto em 1989, quando foi reaplicado calcário antes de as culturas de inverno serem semeadas.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, inclusive o tratamento de sementes de cevada e de trigo, foram conduzidos de acordo com a recomendação para cada cultura, e a colheita foi efetuada com automotriz especial para parcelas.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área útil da parcela foi de 60 m². Foi efetuada a análise de variância (média variância) da receita líquida da média dos anos. Considerou-se o efeito do tratamento (parcelas que compõem os sistemas) como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. As médias foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

Paralelamente, foi aplicado na receita líquida o programa denominado “Biorisco”, ou “Pacta”, que é baseado no critério de simetria. Esse programa compara as receitas líquidas dos sistemas de rotação de culturas para trigo, sob os pontos de vista de rentabilidade e de risco (distribuição de probabilidade acumulada e dominância estocástica).

Com base na distribuição de probabilidade acumulada (método Monte Carlo), foram obtidos intervalos da margem líquida com 5 % de probabilidade entre cada intervalo (twentiles). As receitas líquidas das alternativas sob comparação foram analisadas duas a duas (pairwise), pela dominância estocástica.

Resultados

Os rendimentos de grãos de cada espécie obtidos nos anos de estudos, nos diferentes sistemas de rotação, podem ser observados na Tabela 2. A receita líquida média, por hectare, referente aos quatro sistemas de rotação para trigo no período, está na Tabela 3. A distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (twentiles) dos sistemas, por hectare, pode ser verificada na Tabela 4. Os resultados da dominância estocástica dos sistemas, em termos de receita líquida, são mostrados na Tabela 5.

Pela análise da média variância da receita líquida dos dez anos (Tabela 3), o sistema II (R\$ 370,40) superou os sistemas I (R\$ 290,98), III (311,76) e IV (R\$ 315,59). A análise da média variância da receita líquida permitiu separar o sistema II como a melhor alternativa a ser oferecida aos agricultores, apresentando maior lucratividade.

A análise da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (Tabela 4) possibilitou, também, escolher o sistema II, em relação aos demais sistemas estudados, como o que apresentou maior lucratividade em todos os níveis de probabilidade. Isso dá ao tomador de decisão a segurança de que o sistema II irá garantir maior rentabilidade do que os demais sistemas. O sistema II (Tabela 4) permite, mesmo com baixa probabilidade de risco (5 %), obter maior renda líquida/ha (R\$ 207,00), comparado aos sistemas I (R\$ 90,83), III (R\$ 158,03) e IV (R\$ 157,08). Isso foi igualmente verdadeiro para os maiores níveis de probabilidade acumulada (100 %). O sistema II (R\$ 648,94) pode ser escolhido, em relação aos sistemas I (R\$ 632,18), III (573,83) e IV (R\$ 585,80). Isso vem reforçar o que foi obtido com a análise da média variância da receita líquida.

Pela análise da dominância estocástica, o sistema II domina os demais sistemas estudados (Tabela 5). O método da dominância estocástica manteve o

sistema II como a melhor alternativa. Por sua vez, o sistema III domina o sistema I, e o sistema IV domina os sistemas I e III.

A utilização da dominância estocástica é mais uma ferramenta matemática na escolha deste ou daquele sistema de produção. Neste estudo ficou claro que o sistema II (50 % de trigo/50 % de soja e 50 % de ervilhaca/50 % de milho, de 1984 a 1989 ou, 50 % de trigo/50 % de soja e 50 % de aveia branca/50 % de soja, de 1990 a 1993) foi o mais lucrativo e seguro, sob o ponto de vista de risco.

Os sistemas III e IV, apesar de mais diversificados, foram inferiores ao sistema II, provavelmente devido ao linho (sistema III) e ao milho (sistema IV), que, nos primeiros cinco anos deste experimento, apresentaram rendimentos de grãos relativamente baixos. Deve ser levado em consideração que o milho, nesse período, foi antecedido por tremoço (sistema IV), em comparação ao milho antecedido pela ervilhaca (sistemas II e III). Esse fato, por sua vez, deve ter influenciado os resultados obtidos nas análises efetuadas.

Observa-se que o sistema II constituiu, em nível experimental, o sistema de menor risco que o agricultor estaria correndo em sua adoção. Como o risco tende a atuar como impedimento por parte dos agricultores à adoção de práticas melhoradoras, a rotação de culturas pode ser adotada, como prática economicamente viável, em relação à monocultura trigo/soja, para a região de Guarapuava, PR.

Tabela 1. Sistemas de rotação de culturas para trigo, com espécies de inverno e de verão, em plantio direto. Guarapuava, PR, 1984 a 1993

Sistema de rotação	Ano									
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sistema I	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Sistema II	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	A/S	T/S	A/S
	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	A/S	T/S	A/S	T/S
Sistema III	T/S	L/S	E/M	T/S	L/S	E/M	T/S	E/M	A/S	T/S
	L/S	E/M	T/S	L/S	E/M	T/S	E/M	A/S	T/S	E/M
	E/M	T/S	L/S	E/M	T/S	L/S	A/S	T/S	E/M	A/S
Sistema IV	T/S	A/S	C/S	Tr/M	T/S	A/S	C/S	A/S	T/S	E/M
	A/S	C/S	Tr/M	T/S	A/S	C/S	A/S	T/S	E/M	C/S
	C/S	Tr/M	T/S	A/S	C/S	Se/M	T/S	E/M	C/S	A/S
	Tr/M	T/S	A/S	C/S	Tr/M	T/S	E/M	C/S	A/S	T/S

A = aveia branca; C = cevada; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; S = soja; Se = serradela; T = trigo; e Tr = tremçoço.

Tabela 2. Rendimentos de grãos de espécies que compõem os quatro sistemas de rotação de culturas para trigo. Guarapuava, PR, 1984 a 1993

		Ano							
1984		1985		1986		1987		1988	
----- kg/ha -----									
Sistema I									
T	S	T	S	T	S	T	S	T	S
1.858	3.058	2.423	2.988	2.273	2.507	2.377	1.964	1.985	2.734
Sistema II									
T	S	E	M	T	S	E	M	T	S
1.616	3.129	*	6.694	2.526	2.677	*	5.284	1.826	3.123
E	M	T	S	E	M	T	S	E	M
*	9.416	2.713	2.865	*	7.808	2.380	2.316	*	7.951
Sistema III									
T	S	L	S	E	M	T	S	L	S
1.492	3.110	1.026	2.558	*	8.207	2.520	2.285	1.411	2.072
L	S	E	M	T	S	L	S	E	M
1.177	3.097	*	6.421	2.308	2.580	1.219	1.900	*	7.829
E	M	T	S	L	S	E	M	T	S
*	9.097	2.899	2.914	647	2.716	*	5.751	2.159	3.133
Sistema IV									
T	S	A	S	C	S	Tr	M	T	S
1.752	3.079	2.616	3.001	2.202	2.455	*	4.858	1.798	3.140
A	S	C	S	Tr	M	T	S	A	S
2.200	3.023	2.899	2.792	*	6.884	2.397	2.088	1.337	2.883
C	S	Tr	M	T	S	A	S	C	S
2.268	2.993	*	6.130	2.466	2.681	3.463	1.861	2.059	2.870
Tr	M	T	S	A	S	C	S	Tr	M
*	8.963	2.698	2.956	1.154	2.304	3.491	2.126	*	7.633

A = aveia branca; C = cevada; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; S = soja; Se = serradela; T = trigo; e Tr = tremço.

* Cultura para cobertura de solo, no inverno, e para adubação verde, no verão.

** Os rendimentos das culturas de inverno foram perdidos em função de precipitação de granizo.

Continuação Tabela 2

		Ano							
1989		1990		1991		1992		1993	
----- kg/ha -----									
Sistema I									
T	S	T	S	T	S	T	S	T	S
**	3.147	3.152	3.996	3.814	3.046	4.276	2.775	2.478	3.264
Sistema II									
E	M	T	S	A	S	T	S	A	S
*	7.866	3.583	4.085	3.232	3.210	4.769	2.810	4.166	3.214
T	S	A	S	T	S	A	S	T	S
*	3.096	2.703	4.120	3.973	3.051	4.390	2.754	3.600	3.241
Sistema III									
E	M	T	S	E	M	A	S	T	S
*	8.312	3.650	4.081	*	8.164	3.906	2.909	3.682	3.367
T	S	E	M	A	S	T	S	E	M
**	3.018	*	3.238	2.697	3.093	4.793	2.761	*	8.281
L	S	A	S	T	S	E	M	A	S
**	2.658	2.920	4.026	4.161	3.089	*	6.711	3.874	3.456
Sistema IV									
A	S	C	S	A	S	T	S	E	M
**	3.124	2.413	4.021	3.069	2.900	4.891	2.661	*	8.030
C	S	A	S	T	A	E	M	C	S
**	3.070	2.878	4.073	3.907	3.031	*	7.144	2.612	3.135
Se	M	T	S	E	M	C	S	A	S
*	8.558	3.666	3.983	*	8.110	5.216	2.830	4.290	3.345
T	S	E	M	C	S	A	S	T	S
*	3.039	*	3.416	3.936	3.322	4.005	2.652	3.515	3.144

A = aveia branca; C = cevada; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; S = soja; Se, = serradela; T = trigo; e Tr = tremço.

* Cultura para cobertura de solo, no inverno, e para adubação verde, no verão.

** Os rendimentos das culturas de inverno foram perdidos em função de precipitação de granizo.

Tabela 3. Receita líquida média por hectare, e por ano em sistemas de rotação de culturas para trigo. Guarapuava, PR, 1984 a 1993

Sistema de rotação	Receita líquida média	Desvio padrão
	1984 a 1993	
	-----R\$/ha-----	
Sistema I	290,98 b	128,19
Sistema II	370,40 a	104,65
Sistema III	311,76 b	98,46
Sistema IV	315,59 b	101,52

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja.

Sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja.

Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho, cevada/soja e aveia branca/soja.

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

Tabela 4. Distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (Twentiles) por hectare, em sistemas de rotação de culturas para trigo. Guarapuava, PR, 1984 a 1993

%	Sistema de rotação			
	I	II	III	IV
	R\$/ha			
0	< 0,00	93,71	51,44	47,17
5	90,83	207,00	158,03	157,08
10	149,79	255,14	203,32	203,78
15	177,49	277,75	224,59	225,72
20	195,32	292,31	238,29	239,83
25	227,89	318,90	263,30	265,63
30	250,65	337,47	280,78	283,65
35	261,83	346,60	289,37	292,51
40	275,88	358,08	300,16	303,63
45	296,05	374,54	315,65	319,60
50	309,56	385,57	326,03	330,31
55	319,94	394,04	334,00	338,52
60	337,57	408,43	347,54	352,48
65	358,87	425,83	363,91	369,36
70	378,34	441,72	378,86	384,78
75	396,51	456,55	392,82	399,17
80	408,64	466,46	402,13	408,77
85	434,70	487,73	422,15	429,41
90	446,25	513,48	446,38	454,40
95	508,97	548,36	479,19	488,23
100	632,18	648,94	573,83	585,80

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja.

Sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja.

Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho, cevada/soja e aveia branca/soja.

Tabela 5. Dominância estocástica dos sistemas de rotação de culturas para trigo.
Guarapuava, PR, 1984 a 1993

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

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja.

Sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja.

Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho, cevada/soja e aveia branca/soja.

A leitura deve ser feita no sentido horizontal, sendo que 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.