

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

Henrique Pereira dos Santos

Ivo Ambrosi

Itacir Sandini¹

Objetivo

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

Metodologia

Com os dados do experimento de rotação de culturas para cevada, desenvolvido no município de Guarapuava, PR, de 1984 a 1993, em Latossolo Bruno Álico, foram estimadas as análises da média variância e de risco.

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

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

linho/33 % de soja e 33 % de ervilhaca/33 % de milho, de 1984 a 1989, e 33 % de cevada/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 cevada/25 % de soja, 25 % de linho/25 % de soja, 25 % de ervilhaca/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, 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 cevada, sob os pontos de vista de rentabilidade e de risco (distribuição de probabilidade acumulada e dominância estocástica).

Com base nas distribuições de probabilidade acumuladas (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, constam da Tabela 2. A receita líquida média conjunta por hectare, referente aos quatro sistemas de rotação no período de estudo, está na Tabela 3. A distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (twentiles) dos sistemas, por hectare, pode ser observada na Tabela 4. Os resultados da análise da dominância estocástica dos sistemas, em relação à receita líquida, são apresentados na Tabela 5.

Na média conjunta da receita líquida dos dez anos (Tabela 3), os sistemas II (R\$ 355,00) e III (R\$ 305,50) mostraram valores mais elevados para a receita líquida. Entretanto, este último (sistema III) não diferiu dos sistemas I (R\$ 266,07) e IV (R\$ 283,50). A simples análise da receita líquida, através da análise da média variância, não permitiu separar, entre os sistemas estudados, qual a melhor alternativa a ser oferecida aos agricultores. Essa técnica não possibilita, às vezes, a escolha da melhor tomada de decisão. Para superar tal dificuldade da análise da média variância, pode ser utilizado o critério de segurança em primeiro lugar (distribuição de probabilidade acumulada). Esse tipo de análise possibilita a escolha da alternativa com base em determinada probabilidade de garantir uma receita líquida em determinado nível de escolha ao tomador de decisão.

A análise da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (Tabela 4) possibilitou ao sistema II, na baixa probabilidade de risco (5 %), obter maior renda (R\$ 181,00) do que os sistemas I (R\$ 0,00), III (R\$ 124,00) e IV R\$

131,00). Na alta probabilidade de risco (100 %), o sistema I permitiu obter a maior renda líquida (R\$ 723,00), em relação aos sistemas II (R\$ 652,00), III (R\$ 616,00) e IV (R\$ 544,00). Por esse método, a escolha da alternativa a usar fica a critério do tomador de decisão, considerando as possibilidades de maior ou menor risco.

No resultado da análise através da dominância estocástica, o sistema II domina os demais sistemas estudados (Tabela 5). O método da dominância estocástica separou o sistema II como a melhor alternativa. Por outro lado, o sistema III domina os sistemas I e IV e, por sua vez, o sistema IV domina o sistema I.

Verifica-se que o sistema II mostrou-se, ao nível de experimento, como a alternativa de menor risco, caso adotado pelos agricultores. Deve ser levado em conta que o risco tende a atuar como impedimento por parte dos agricultores à adoção de novas práticas agrícolas. Neste caso, os sistemas alternativos (II, III e IV) foram escolhidos como os de menor risco, em comparação ao sistema I (monocultura cevada/soja), para a região de Guarapuava, PR.

Pelo método da dominância estocástica, foi possível separar o sistema II (50 % de cevada/50 % de soja e 50 % de ervilhaca/50 % de milho, de 1984 a 1989, ou 50 % de cevada/50 % de soja e 50 % de aveia branca/50 % de soja, de 1990 a 1993) como o mais lucrativo e de menor risco. Os sistemas III e IV, apesar de mais diversificados, foram inferiores ao sistema II, talvez devido ao linho, que nos primeiros cinco anos deste experimento apresentou rendimento de grãos relativamente baixo. No sistema IV havia linho também nos demais anos. Esse fato, por sua vez, deve ter influenciado os resultados obtidos nas análises efetuadas.

Tabela 1. Sistemas de rotação de culturas para cevada, 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	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S
Sistema II	C/S	E/M	C/S	E/M	C/S	E/M	C/S	A/S	C/S	A/S
	E/M	C/S	E/M	C/S	E/M	C/S	A/S	C/S	A/S	C/S
Sistema III	C/S	L/S	E/M	C/S	L/S	E/M	C/S	E/M	A/S	C/S
	L/S	E/M	C/S	L/S	E/M	C/S	E/M	A/S	C/S	E/M
	E/M	C/S	L/S	E/M	C/S	L/S	A/S	C/S	E/M	A/S
Sistema IV	C/S	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	E/M	A/S	C/S	L/S
	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	A/S	A/S	C/S	L/S	E/M
	A/S	E/M	C/S	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	E/M	A/S
	E/M	C/S	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	A/S	A/S	C/S

A = aveia branca; C = cevada; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; S = soja.

Tabela 2. Rendimentos de grãos de espécies dos quatro sistemas de rotação de culturas para cevada. Guarapuava, PR, 1984 a 1993

		Ano									
		1984		1985		1986		1987		1988	
		kg/ha									
Sistema I											
	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	
	2.290	3.054	2.636	2.952	2.199	2.201	3.039	1.898	1.480	2.775	
Sistema II											
	C	S	E	M	C	S	E	M	C	S	
	2.479	3.037	*	6.898	2.709	2.388	*	5.340	1.870	2.951	
	E	M	C	S	E	M	C	S	E	M	
	*	7.564	2.945	2.960	*	7.873	3.108	2.064	*	6.927	
Sistema III											
	C	S	L	S	E	M	C	S	L	S	
	2.434	3.069	925	2.480	*	8.654	2.978	2.006	1.371	2.460	
	L	S	E	M	C	S	L	S	E	M	
	1.071	3.043	*	6.450	2.021	2.442	1.339	1.867	*	7.669	
	E	M	C	S	L	S	E	M	C	S	
	*	7.607	3.094	3.043	641	2.479	*	5.115	1.850	2.973	
Sistema IV											
	C	S	L	S	A	S	E	M	C	S	
	2.480	3.145	1.001	2.764	1.326	2.451	*	5.884	1.808	3.111	
	L	S	A	S	E	M	C	S	L	S	
	1.197	3.194	2.605	3.020	*	8.981	3.392	2.085	1.501	2.590	
	A	S	E	M	C	S	L	S	A	S	
	2.296	2.875	*	5.697	2.416	2.257	1.371	1.705	1.406	2.618	
	E	M	C	S	L	S	A	S	E	M	
	*	7.553	2.894	2.977	487	2.553	3.463	1.681	*	6.505	

A = aveia branca; C = cevada; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; e S = soja.
 * Cultura para cobertura de solo, no inverno, e para adubação verde, no verão.

Continuação Tabela 2

		Ano							
		1989	1990	1991	1992	1993			
----- kg/ha -----									
Sistema I									
C	S	C	S	C	S	C	S	C	S
**	3.032	1.641	3.886	2.639	3.275	4.994	2.949	2.691	3.235
Sistema II									
E	M	C	S	E	M	C	S	E	M
*	7.932	1.728	4.137	3.074	3.183	5.794	3.238	4.266	3.512
C	S	E	M	C	S	E	M	C	S
**	3.157	3.360	4.000	2.188	3.207	4.200	2.972	2.696	3.255
Sistema III									
E	M	C	S	E	M	A	S	C	S
*	8.734	1.933	4.193	*	9.214	4.249	2.999	2.630	3.370
C	S	E	M	A	S	C	S	E	M
**	3.203	*	6.491	2.841	3.158	5.806	3.033	*	7.737
L	S	A	S	C	S	E	M	A	S
**	2.490	2.705	4.150	3.783	3.328	*	6.621	4.141	3.320
Sistema IV									
L	S	E	M	A	S	C	S	L	S
**	2.642	*	6.987	2.981	3.229	6.063	3.058	452	2.962
A	S	A	S	C	S	L	S	E	M
**	3.186	2.708	4.150	3.881	3.121	1.625	2.812	*	9.846
E	M	C	S	L	S	E	M	A	S
*	8.294	2.162	3.910	1.100	2.975	*	7.025	4.000	3.222
C	S	L	S	E	M	A	S	C	S
**	3.018	***	3.641	*	7.981	4.015	3.018	2.720	3.338

A = aveia branca; C = cevada; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; e S = soja.

* 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.

*** O linho produziu relativamente pouco, daí terem sido desprezados seus dados de rendimento de grãos.

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

Sistema de rotação	Receita líquida média	
	1984 a 1993	Desvio padrão
	-----R\$/ha-----	
Sistema I	266,07 b	171,81
Sistema II	355,00 a	111,61
Sistema III	305,50 ab	116,72
Sistema IV	283,50 b	97,69

Sistema I: cevada/soja.

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

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

Sistema IV: cevada/soja, linho/soja, ervilhaca/milho 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 cevada. Guarapuava, PR, 1984 a 1993

%	Sistema de rotação			
	I	II	III	IV
	R\$ ha ⁻¹			
0	0,00	60,00	0,00	25,00
5	0,00	181,00	124,00	131,00
10	77,00	232,00	177,00	175,00
15	114,00	256,00	202,00	197,00
20	138,00	272,00	219,00	211,00
25	182,00	300,00	248,00	235,00
30	212,00	320,00	269,00	253,00
35	227,00	330,00	279,00	261,00
40	255,00	342,00	292,00	272,00
45	273,00	359,00	310,00	287,00
50	291,00	371,00	323,00	298,00
55	305,00	380,00	332,00	306,00
60	329,00	396,00	348,00	319,00
65	357,00	414,00	368,00	335,00
70	383,00	431,00	385,00	350,00
75	408,00	447,00	402,00	364,00
80	424,00	457,00	413,00	373,00
85	459,00	480,00	437,00	393,00
90	501,00	508,00	465,00	417,00
95	558,00	545,00	504,00	450,00
100	723,00	652,00	616,00	544,00

Sistema I: cevada/soja.

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

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

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

Tabela 5. Dominância estocástica dos sistemas de rotação de culturas para cevada.
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	-	1
IV	1	0	0	-

Sistema I: cevada/soja.

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

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

Sistema IV: cevada/soja, linho/soja, ervilhaca/milho 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.