

COMUNICADO TÉCNICO

Nº 4, nov./97, p. 1-8

SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS PARA A REGIÃO SUL DO BRASIL¹



Henrique Pereira dos Santos²
Júlio Cesar Barreneche Lhamby³
Ivo Ambrosi⁴
João Carlos Ignaczak⁵

A atividade agrícola é afetada por grande número de riscos e de incertezas que têm sua origem nas variações naturais e incontroláveis de fatores que afetam o desenvolvimento de culturas, tais como a quantidade e a distribuição das precipitações pluviais e de temperatura e a incidência de pragas, de doenças, de plantas daninhas e de outros fatores que afetam os níveis de produção. Ao mesmo tempo, existe um risco econômico ou de mercado derivado de mudanças no preço dos produtos ou dos insumos e nas oportunidades de mercado.

O nível de risco pode ser diminuído através da adoção de práticas agrícolas que levam à diversificação da produção. A rotação de culturas resulta em diversificação da produção e em diminuição de risco.

¹ A análise econômica da receita líquida deste trabalho foi publicada na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, sob o título "Análise econômica de quatro sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS", e a análise de risco da receita líquida foi apresentada e publicada na XXIV Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, sob o título de "Análise de risco de quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo soja e trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS".

² Eng.-Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq.

³ Eng.-Agr., Dr., Embrapa Trigo.

⁴ Economista., M.Sc., Embrapa Trigo.

⁵ Eng.-Agr., M.Sc., Embrapa Trigo.

CT/4, Embrapa Trigo, nov./97, p.2

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a lucratividade e o risco de quatro sistemas de rotação de culturas para trigo.

Os dados analisados neste trabalho foram obtidos no período de 1980 a 1989, em ensaio instalado na área experimental da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), em Passo Fundo, RS, em Latossolo Vermelho Escuro distrófico.

A análise econômica foi determinada em quatro sistemas de rotação de culturas para trigo: sistema I (100 % de trigo/100 % soja); sistema II (25 % de trigo/25 % de soja, 25 % de colza/25 % de soja, 25 % de cevada/25 % de soja e 25 % de tremoço ou serradela/25 % de milho); sistema III (33 % de trigo/33 % de soja, 33 % de trevo vesiculoso/33 % de trevo vesiculoso e 33 % de trevo vesiculoso/33 % de milho, de 1980 a 1983, e 33 % de trigo/33 % de soja, 33 % de aveia branca/33 % de soja e 33 % de ervilhaca/33 % de milho, de 1984 a 1989); e sistema IV (25 % de trigo/25 % de soja, 25 % de colza/25 % de soja, 25 % de linho/25 % de soja e 25 % de tremoço ou serradela/25 % de milho) (Tabela 1). Em 1986, nos sistemas II e IV, o tremoço foi trocado por serradela. O sistema II difere do sistema IV por possuir a cevada, que poderia transmitir doenças, tanto do sistema radicular como da parte aérea, ao trigo.

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura e baseada nos resultados da análise de solo. As amostras de solo foram coletadas após as colheitas das culturas de inverno e de verão. Em 1981 e em 1987, antes da semeadura de inverno, foram aplicadas, respectivamente, 9,0 e 7,3 t ha⁻¹ de calcário com PRNTs de 56 % e de 70 %.

As culturas de inverno e o milho, de 1980 a 1983, foram estabelecidos em preparo convencional de solo, e a soja e o milho, de 1984 a 1989, em plantio direto. A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, inclusive o tratamento de semente das espécies de inverno estudadas, foram realizados de acordo com a recomendação específica para cada cultura, e a colheita foi realizada com colhedora de parcelas. Os rendimentos de cevada, de milho, de soja e de trigo foram corrigidos para umidade de 13 %, os de colza para umidade de 9 % e os de linho para umidade de 10 %. O rendimento de grãos de cevada foi corrigido em função da classificação comercial (CEVACOR).

Todos os preços foram convertidos para a moeda americana (US\$), cujo valor unitário na data do levantamento de preços, em novembro de 1990, era de Cr\$ 128,60. No caso de aveia branca, de ervilhaca, de serradela, de tremoço e de trevo, foi considerada como rendimento a contribuição ao solo de 90 kg de N/ha.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área útil da parcela foi de 20 m de comprimento por 6 m de largura (120 m²). Foram efetuadas a análise de variância da receita líquida e da média variância

da receita líquida, de 1980 a 1989. Nas análises de variância, considerou-se como tratamentos as parcelas individuais (culturas) componentes dos sistemas em estudo. Nas análises conjuntas, consideraram-se o efeito tratamento como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. A avaliação dos sistemas de rotação de culturas para trigo, em todas as análises da receita líquida, foi realizada através do teste F, usando-se contrastes que incluem os diferentes tratamentos dos sistemas de rotação envolvidos em cada comparação. As médias da média variância foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

Paralelamente, foi aplicado à receita líquida o programa para computador denominado "Biorisco" ou "Pacta", que é baseado no critério de simetria. Esse programa compara as alternativas, duas a duas, sob pontos de vista de rentabilidade e de risco (distribuição de probabilidade acumulada, "twentiles", e dominância estocástica, "pairwise").

A receita líquida média por hectare, proporcionada pelos quatro sistemas, no período de estudo e na média conjunta dos dez anos, pode ser observada na Tabela 2.

O resultado da comparação da receita líquida dos sistemas de rotação através de contrastes pode ser verificado na Tabela 2.

Considerando-se as médias das receitas líquidas dos sistemas no período, o sistema II (US\$ 302,22) foi superior aos sistemas I (US\$ 180,73) e III (US\$ 186,56) e não diferiu do sistema IV (US\$ 293,95). Por sua vez, o sistema IV foi superior ao sistema III e estes não diferiram do sistema I.

Com relação ao trigo, os tratamentos fitossanitários, na maior parte desse período, eram preventivos, ou seja, independentemente da presença de doenças foram aplicados fungicidas. Isso também influenciou na despesa de cada sistema.

A análise da média variância da receita líquida por hectare, proporcionada pelos quatro sistemas no período de estudo, pode ser observada na Tabela 3. A distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida ("twentiles") dos sistemas, por hectare, está na Tabela 4. Os resultados da dominância estocástica dos sistemas, em relação à receita líquida, são mostrados na Tabela 5.

Pela análise da média variância da receita líquida dos dez anos (Tabela 3), os sistemas II (US\$ 302,22) e IV (US\$ 293,95) foram significativamente superiores aos sistemas I (US\$ 180,73) e III (US\$ 186,56), permitindo separá-los como as melhores alternativas a serem oferecidas aos agricultores, por apresentarem maior lucratividade.

Os dados da Tabela 4 foram gerados a partir da distribuição completa de probabilidade acumulada da distribuição normal dentro de cada sistema. O programa "Biorisco" divide essa distribuição em 20 intervalos de 5 % de probabilidade cada.

Este tipo de análise possibilita a escolha da alternativa com base em

CT/4, Embrapa Trigo, nov./97, p.4

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, a possibilidade de um dos sistemas apresentar uma renda líquida X. O valor seria escolhido pelo tomador de decisão.

Na análise da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida sob o ponto de vista de rentabilidade e de risco (Tabela 4), o sistema I, na probabilidade de 5 %, obteve maior renda líquida/ha (US\$ 2,33) do que os sistemas II (US\$ 0,32) , III (US\$ -2,00) e IV (US\$ -2,00). Na alta probabilidade de 100 %, o sistema III obteve a maior renda líquida/ha (US\$ 897,18), em comparação aos sistemas I (US\$ 499,18), II (US\$ 847,00) e IV (US\$ 861,01).

Supondo-se que um agricultor "A" não quisesse correr risco superior a 5 % de ter receita líquida negativa, esse agricultor jamais deverá escolher os sistemas III ou IV (Tabela 4). De outra forma, um agricultor "B", que pretendesse obter a maior renda líquida possível, escolheria o sistema III. Um agricultor "C", que jogasse 50 % de suas possibilidades de atingir a máxima receita líquida, escolheria também o sistema II para obter uma receita líquida menor ou igual a US\$ 293,91 por hectare. Por esse método, a escolha da alternativa depende única e exclusivamente do nível de risco escolhido pelo tomador de decisão.

Através da análise da dominância estocástica, o sistema II domina os demais sistemas estudados (Tabela 5). Pelo método da dominância estocástica, o sistema II manteve-se como a melhor alternativa. Por outro lado, o sistema III dominou o sistema I, e, por sua vez, o sistema IV dominou os sistemas I e III.

Observa-se que o sistema II mostrou-se, ao nível de experimento, a alternativa de menor risco. Deve ser levado em conta que o risco tende a atuar como impedimento, por parte dos agricultores, à adoção de novas práticas agrícolas.

Esse método de análise apresentou nível de discriminação maior do que o método da média variância e deve ser usado, sempre que possível, para testar novas recomendações aos agricultores. Ele limita as opções a serem oferecidas. Nesse caso, de quatro sistemas foi separado somente um.

O uso da dominância estocástica constitui mais uma ferramenta matemática na escolha deste ou daquele sistema de produção. Neste estudo, destacou-se o sistema II (25 % de trigo/25 % de soja, 25 % de colza/25 % de soja, 25 % de cevada/25 % de soja e 25 % de leguminosas/25 % de milho) como o mais lucrativo e de menor risco.

Deve ser levado em consideração que o linho e a colza manifestaram baixos rendimentos de grãos em 1982, em 1985, em 1986 e em 1987, devido ao excesso de precipitação pluvial no final da maturação e devido à precipitação de granizo ocorrida próximo à colheita, respectivamente. Em 1982, o trigo em monocultura apresentou rendimento de grãos relativamente baixo, como consequência da falta de rotação de

culturas. Em 1983, houve redução no rendimento de grãos de trigo, devido à ocorrência de mosaico. Esses fatos repercutiram no resultado econômico, uma vez que essas espécies tiveram despesas maiores do que a receita líquida.

O sistema III, que contemplou trevo vesiculoso, de 1980 a 1983, e aveia branca, de 1984 a 1989 (Tabela 1), ficou inferiorizado, em relação aos sistemas II e IV. Isso deveu-se ao fato de que essas espécies serviram apenas de cobertura de solo. Em função disso, em três anos, o referido sistema apresentou receita líquida negativa.

Tabela 1. Sistemas de rotação de culturas para trigo com espécies de inverno e de verão. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 1980 a 1989

Sistema de rotação	Ano									
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
1. Sistema I	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
2. Sistema II	T/S	Co/S	C/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Se/M	T/S	Co/S
	Co/S	C/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Se/M	T/S	Co/S	C/S
	T ¹ /S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Se/M
	Tr/S ²	T/S	Co/S	C/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Se/M	T/S
3. Sistema III	T/S	Tv/Tv	Tv/M	T/S	A/S	E/M	T/S	A/S	E/M	T/S
	Tv/Tv	Tv/M	T/S	Tv/Tv	E/M	T/S	A/S	E/M	T/S	A/S
	Tv/M	T/S	Tv/Tv	Tv/M	T/S	A/S	E/M	T/S	A/S	E/M
4. Sistema IV	T/S	Co/S	L/S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Se/M	T/S	Co/S
	Co/S	L/S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Se/M	T/S	Co/S	L/S
	³ /S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Se/M
	⁴ /M	T/S	Co/S	L/S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Se/M	T/S

¹ Deveria ter sido semeado com cevada em 1980.

² Deveria ter sido semeado com milho em 1980/81.

³ Deveria ter sido semeado com linho em 1980.

⁴ Deveria ter sido semeado com tremoço em 1980.

A = aveia branca; C = cevada; Co = colza; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; S = soja; Se = serradela; Tr = tremoço; T = trigo; e Tv = trevo vesiculoso.

CT/4, Embrapa Trigo, nov./97, p.6

Tabela 2. Análise da variância e análise de contraste entre a receita líquida média de quatro sistemas de produção, no ano (inverno + verão) e na média dos anos, pelo teste F, usando-se o método de contraste

Ano	Sistema de produção									
	I	II	III	IV	I x II	I x III	I x IV	II x III	II x IV	III x IV
	 Receita líquida (US\$/ha)				.. Contrastes entre sistemas (P>F) ...					
1980	239,43	201,26	138,64	338,34	ns	**	**	**	**	**
1981	86,48	106,48	-136,88	37,87	ns	**	ns	**	**	**
1982	348,02	411,95	144,57	307,38	ns	**	ns	**	**	**
1983	128,65	427,87	100,52	412,38	**	ns	**	**	ns	**
1984	316,64	408,69	327,86	398,19	*	ns	ns	**	ns	*
1985	274,68	182,01	182,16	187,57	**	**	*	ns	ns	ns
1986	90,44	237,91	196,50	210,33	**	**	**	*	ns	ns
1987	52,77	208,55	159,44	203,27	**	**	**	*	ns	ns
1988	104,84	362,89	362,72	382,70	**	**	**	ns	ns	ns
1989	165,37	474,57	390,08	459,44	**	**	**	**	ns	ns
Média	180,73	302,22	186,56	293,95	*	ns	ns	**	ns	*

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e tremço ou serradela/milho.

Sistema III: trigo/soja, trevo/trevo e trevo/milho (1980-1983), e trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho (1984-1989).

Sistema IV: trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremço ou serradela/milho.

ns: não significativo.

*: nível de significância de 5 %.

**: nível de significância de 1 %.

Tabela 3. Receita líquida média, por hectare e por ano, em sistemas de rotação de culturas para trigo. Passo Fundo, RS, 1980 a 1989

Sistema de rotação	Receita líquida média	Desvio padrão
	1980 a 1989	
	-----US\$/ha-----	
Sistema I	180,73 b ¹	112,93
Sistema II	302,22 a	192,98
Sistema III	186,56 b	250,94
Sistema IV	293,95 a	200,14

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e tremço ou serradela/milho.

Sistema III: trigo/soja, trevo/trevo e trevo/milho (1980-1983), e trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho (1984-1989).

Sistema IV: trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremço ou serradela/milho.

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

COMUNICADO TÉCNICO

CT/4, Embrapa Trigo, nov./97, p.7

Tabela 4. Distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida ("twentiles"), por hectare, em sistemas de rotação de culturas para trigo. Passo Fundo, RS, 1980 a 1989

%	Sistema de rotação			
	I	II	III	IV
	----- US\$/ha -----			
0	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00
5	2,33	0,32	-2,00	-2,00
10	26,09	38,56	-2,00	22,58
15	42,11	65,93	-2,00	50,97
20	86,03	140,98	-2,00	128,80
25	104,38	172,35	19,91	161,33
30	116,04	192,28	45,82	182,00
35	133,12	221,46	83,77	212,26
40	145,51	242,63	111,30	234,22
45	161,74	270,36	147,36	262,98
50	175,52	293,91	177,98	287,40
55	196,44	329,65	224,46	324,47
60	221,41	372,34	279,96	368,74
65	229,50	386,16	397,94	383,07
70	240,92	405,68	323,31	403,32
75	257,88	424,66	361,00	433,37
80	280,18	472,76	410,55	472,89
85	298,12	503,42	450,42	504,69
90	323,66	547,06	507,16	549,95
95	363,83	615,71	596,43	621,14
100	499,18	847,00	897,18	861,01

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e tremço ou serradela/milho.

Sistema III: trigo/soja, trevo/trevo e trevo/milho (1980-1983), e trigo/soja, aveia branca/soja ervilhaca/milho (1984 -1989).

Sistema IV: trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremço ou serradela/milho.

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	-

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.

[illegible]