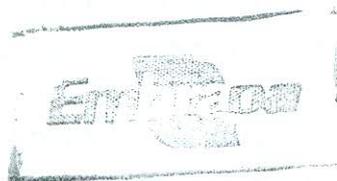


Nº 5, nov./97, p. 1-8

SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS COM CEVADA PARA A REGIÃO SUL DO BRASIL, SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO¹



Henrique Pereira dos Santos²
Erlei Melo Reis³
Ivo Ambrosi⁴
Itacir Sandini⁵
Juliano Luiz de Almeida⁵

A cevada é, depois de trigo, a cultura de inverno economicamente mais importante para o sistema de exploração agrícola no sul do Brasil. Porém, na região de Entre Rios, Guarapuava, PR, devido à existência de indústria local de malte (Agromalte), a cevada passou a ser uma opção de cultivo tão importante quanto o trigo. Em função disso, a área de cultivo de cevada encontra-se em expansão, visando atingir produção suficiente para abastecer a indústria aí localizada.

As causas de menores rendimentos sob sistema plantio direto, nessa região, no início da década de 80, eram atribuídas à população inicial desuniforme, a danos nas plantas de cevada pela geada e, provavelmente, ao desequilíbrio nutricional pelo acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo. Isso, de certa maneira, contrariava pesquisas

¹ O rendimento de grãos e a severidade das doenças do sistema radicular de cevada deste trabalho foram publicadas na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, sob o título "Características agrônômicas e controle de doenças radiculares de cevada, em sistema plantio direto, em rotação com outras culturas", e a análise de risco da receita líquida foi apresentada e publicada na XXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, sob o título de "Análise de risco de sistemas de rotação de culturas envolvendo soja e cevada, num período de dez anos, sob plantio direto, em Guarapuava, PR".

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., Ph.D., UPF-FA, Caixa Postal 566, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

⁴ Economista., M.Sc., Embrapa Trigo.

⁵ Eng.-Agr., M.Sc., Pesquisador da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), CEP 85108-000 Guarapuava, PR.

CT/5, Embrapa Trigo, nov./97, p.2

conduzidas em outras regiões do Paraná e do Rio Grande do Sul, nas quais os rendimentos de trigo, sob sistema plantio direto, tinham sido idênticos ou mesmo ligeiramente superiores àqueles sob preparo convencional de solo.

O presente trabalho teve por objetivos: 1) avaliar o rendimento de grãos e o controle de doenças do sistema radicular de cevada, em sistema plantio direto e em diferentes sistemas de rotação de culturas; 2) analisar a lucratividade e o risco desses sistemas de rotação de culturas para a região sul do Brasil.

O experimento, base de todos os estudos relatados nesta publicação, foi realizado na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., no município de Guarapuava, PR, no período de 1984 a 1993, em Latossolo Bruno Álico. Antes da instalação do ensaio, na área experimental vinham sendo conduzidas lavouras de cevada ou trigo, no inverno, e de milho ou soja, no verão.

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de rotação de culturas de inverno e de verão, tendo a cevada como espécie base dos sistemas, a saber: sistema 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 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 milho e 25 % de aveia branca/25 % de soja) (Tabela 1). As culturas foram estabelecidas em plantio direto, exceto em 1989 quando foi aplicado calcário antes da semeadura das culturas de inverno. Em 1990, nos sistemas II e III, as sucessões ervilhaca/milho e linho/soja, respectivamente, foram substituídas por aveia branca/soja, a fim de possibilitar a semeadura de cevada, após soja, em todos os tratamentos.

Em abril de 1984, antes da semeadura das culturas de inverno, foram coletadas amostras de solo (0-20 cm), cujos valores médios indicavam: pH = 5,1, Al trocável = 8,9 cmol_c. dm⁻³, Ca + Mg trocáveis = 58,3 cmol_c. dm⁻³, matéria orgânica = 67,0 g kg⁻¹, P extraível = 3,4 mg kg⁻¹ e K trocável = 71 mg kg⁻¹. A acidez do solo da área experimental foi corrigida com 3,7 t ha⁻¹ (PRNT 75 %) de calcário e com 300 kg ha⁻¹ de termofosfato magnésiano Yoorin (18 % de P₂O₅, 9 % de Mg e 20 % de Ca), incorporados com grade de discos. Posteriormente, uma segunda correção de acidez foi efetuada em 1989, sendo incorporadas 11,7 t ha⁻¹ de calcário, com PRNT 75 %. Amostragens de solo foram realizadas, anualmente, sempre após a colheita das culturas de inverno e de verão. A adubação de manutenção (por cultura) e a correção da acidez do solo da área foram baseadas nos dados da análise de solo da área experimental.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, inclusive o tratamento com fungicidas de sementes de aveia branca e de cevada, foram realizados de acordo com a recomendação para cada cultura,

CT/5, Embrapa Trigo, nov./97, p.3

e a colheita foi efetuada com colhedora de parcelas. O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área útil da parcela era de 60 m² (10 m de comprimento por 6 m de largura).

O rendimento de grãos de aveia branca, de cevada, de milho e de soja foram corrigidos para umidade de 13 %, e o do linho, para umidade de 10 %. O rendimento de grãos de cevada foi corrigido em função da classificação comercial (CEVACOR).

Em 1989, os rendimentos das culturas de inverno foram perdidos, em função de precipitação de granizo. Em 1990, o linho não foi colhido, devido à precipitação de granizo.

A avaliação do grau de severidade das doenças do sistema radicular de cevada (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* e *Bipolaris sorokiniana*) foi efetuada de acordo com o método usado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Trigo. As cultivares de cevada usadas foram Antartica 5, em 1987, 1988 e 1990, e BR 2, em 1991, 1992 e 1993.

Foi realizada a análise de variância das características agronômicas de cevada (dentro de cada ano e na média conjunta dos dados de 1987 a 1993). Considerou-se o efeito de tratamentos (diferentes sistemas de rotação) como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. Os dados originais foram transformados em arcoseno \sqrt{x} para análise da severidade de doenças do sistema radicular. As médias foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

A severidade de doenças do sistema radicular e o rendimento de grãos de cevada foram avaliados a partir de 1987, ano em que se completou o primeiro ciclo de rotação, possibilitando observar o sistema de rotação de culturas com três invernos sem cevada. Os dados relativos à cultura de cevada de 1989, exceto a severidade das doenças do sistema radicular, não foram coletados, em função de uma precipitação de granizo. Em 1990 e em 1992, não foi realizada a determinação da severidade de doenças do sistema radicular.

A severidade de doenças do sistema radicular de cevada (Tabela 2) diferiu entre os sistemas de rotação nos anos de 1987, 1988, 1989 e 1991 e na média conjunta dos anos. Os valores mais elevados para severidade do mal-do-pé e da podridão comum ocorreram na monocultura (sistema I = 32 %), em relação a um inverno (sistema II = 15 %), a dois invernos (sistema III = 15 %) e a três invernos sem essa gramínea (sistema IV = 15 %).

Com relação ao rendimento de grãos de cevada (Tabela 3), em 1987, 1991 e 1992 e na média conjunta dos anos, em sistema plantio direto, houve diferenças significativas entre os sistemas de rotação. Na média dos anos, o menor rendimento de grãos ocorreu na monocultura de cevada (sistema I = 2.747 kg/ha), em comparação com um inverno (sistema II = 3.064 kg/ha), com dois invernos (sistema III = 3.163 kg/ha) e com três invernos sem cevada (sistema IV = 3.338 kg/ha).

CT/5, Embrapa Trigo, nov./97, p.4

Na comparação entre os sistemas estudados (Tabelas 2 e 3) ao longo dos anos, ficou demonstrada a eficiência da rotação de culturas (sistemas II, III e IV) no controle das doenças do sistema radicular de cevada, para a região de Guarapuava, PR. A rotação de culturas viabilizou o plantio direto, em relação ao controle de doenças do sistema radicular de cevada.

Ficou demonstrado também que o sistema de cultivo com um inverno sem cevada pode ser recomendado.

A análise da média variância da receita líquida e a análise de risco foram realizadas para os quatro sistemas de rotação de culturas para cevada. Foi efetuada a análise de variância (média variância) da receita líquida, na média conjunta dos anos (1984 a 1993). As médias 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, dos pontos de vista de rentabilidade e de risco (distribuição de probabilidade acumulada, twentiles, e da dominância estocástica, "pairwise"). Com base nas distribuições de probabilidades acumuladas (método Monte Carlo), foram obtidos intervalos da margem líquida com 5 % de probabilidade em cada intervalo ("twentiles").

Os dados da receita líquida da média variância, da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida e da dominância estocástica dos quatro sistemas de rotação de culturas para cevada (de 1984 a 1993) podem ser observados nas Tabelas 4 a 6.

Na média conjunta da receita líquida dos dez anos (Tabela 4), os sistemas II (R\$ 355,00) e III (R\$ 305,50) mostraram valores mais elevados para a receita líquida. Entretanto, este último (sistema III) foi significativamente similar aos sistemas I (R\$ 266,07) e IV (R\$ 283,50). Por outro lado, o destaque ficou com o sistema II, que apresentou maior menor variância (R\$ 111,61) do que o sistema III (R\$ 116,72).

Essa técnica, às vezes, não permite a melhor tomada de decisão. Para superar tal dificuldade da análise da média variância, pode ser usado o critério de segurança em primeiro lugar (distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida) ou o método da dominância estocástica.

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 renda líquida X. O valor seria escolhido pelo tomador de decisão.

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

CT/5, Embrapa Trigo, nov./97, p.5

cada.

A análise da distribuição de probabilidade da receita líquida (Tabela 5) possibilitou o 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).

Supondo-se que um agricultor "A" não quisesse correr risco superior a 5 % de ter uma receita líquida negativa, ele jamais deverá escolher os sistemas I (Tabela 5). Por outro lado, um agricultor "B", que pretendesse obter a maior renda líquida possível, escolheria o sistema I. Um agricultor "C", que jogasse 50 % de suas possibilidades de atingir a máxima receita líquida, também escolheria o sistema II para obter uma receita líquida inferior ou igual a R\$ 371,00 por hectare. Para esse método, a escolha da alternativa depende única e exclusivamente do nível de risco escolhido pelo tomador de decisão.

No resultado da análise através da dominância estocástica, o sistema II domina os demais sistemas estudados (Tabela 6). 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.

Por este último método, foi possível separar o sistema II (50 % de cevada/50 % de soja e 50 % de ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e 50 % de cevada/soja e 50 % de aveia branca/soja, de 1990 a 1993) como o mais lucrativo e o de menor risco, para a região de Guarapuava, PR. 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, isso foi igualmente verdadeiro nos demais anos. Isso, por sua vez, deve ter influenciado os resultados obtidos nas análises efetuadas.

Deve ser levado em conta que, nos dois tratamentos do sistema II, houve monocultura de soja, de 1990 a 1993. Entretanto, nesse período, pela observação de campo, foi registrada incidência relativamente baixa de doenças da parte aérea, sem aparente efeito no rendimento de grãos dessa leguminosa.

COMUNICADO TÉCNICO

CT/5, Embrapa Trigo, nov./97, p.6

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

Sistema de rotação	Ano									
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sistema I	C (100%)/S (100%)	C/S								
Sistema II	C (50%)/S (50%)	E/M	C/S	E/M	C/S	E/M	C/S	A/S	C/S	A/S
	E (50%)/M (50%)	C/S	E/M	C/S	E/M	C/S	A/S	C/S	A/S	C/S
Sistema III	C (33%)/S (33%)	L/S	E/M	C/S	L/S	E/M	C/S	E/M	A/S	C/S
	L (33%)/S (33%)	E/M	C/S	L/S	E/M	C/S	E/M	A/S	C/S	E/M
	E (33%)/M (33%)	C/S	L/S	E/M	C/S	L/S	A/S	C/S	E/M	A/S
Sistema IV	C (25%)/S (25%)	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	E/M	A/S	C/S	L/S
	L (25%)/S (25%)	A/S	E/M	C/S	L/S	A/S	A/S	C/S	L/S	E/M
	A (25%)/S (25%)	E/M	C/S	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	E/M	A/S
	E (25 %)/M (25%)	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; e S = soja.

Tabela 2. Efeitos de sistemas de rotação de culturas na severidade de doenças do sistema radicular de cevada, cultivares Antarctica 5, em 1987, 1988 e 1989, e BR 2, em 1991 e 1993, em plantio direto

Sistema de rotação	Ano					Média
	1987	1988	1989	1991	1993	
	----- % -----					
Sistema I	35 a	21 a	51 a	42 a	9	32 a
Sistema II	10 b	9 b	15 b	33 a	10	15 b
Sistema III	19 ab	11 b	20 b	20 b	7	15 b
Sistema IV	11 b	10 b	14 b	35 a	6	15 b
Média	19	13	25	32	8	19
C.V. (%)	29	11	18	13	32	-
F tratamentos	5,0*	15**	20**	6,5*	0,5ns	5,8*

Sistema I: cevada/soja.

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

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

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

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

ns = não significativo.

* = nível de significância de 5 %.

** = nível de significância de 1 %.

COMUNICADO TÉCNICO

CT/5, Embrapa Trigo, nov./97, p. 7

Tabela 3. Efeitos de sistemas de rotação de culturas no rendimento comercial (Cevacor) de cevada, cultivares Antartica 5, em 1987, 1988 e 1990, e BR 2, em 1991, 1992 e 1993, em plantio direto

Sistema de rotação	Ano						Média
	1987	1988	1990	1991	1992	1993	
	----- kg/ha -----						
Sistema I	3.039 b	1.480	1.641	2.638 b	4.994 b	2.691	2.747 b
Sistema II	3.108 b	1.870	1.728	3.188 ab	5.794 a	2.696	3.064 a
Sistema III	2.978 b	1.850	1.933	3.783 a	5.806 a	2.630	3.163 a
Sistema IV	3.392 a	1.808	2.162	3.880 a	6.063 a	2.720	3.338 a
Média	3.129	1.752	1.866	3.373	5.664	2.684	3.078
C.V. (%)	5	11	25	15	4	12	-
F tratamentos	5,9*	3,8ns	1,0ns	5,2*	16**	0,8ns	6,1**

Sistema I: cevada/soja.

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

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

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

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

ns = não significativo.

* = nível de significância de 5 %.

** = nível de significância de 1 %.

Tabela 4. 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.

CT/5, Embrapa Trigo, nov./97, p.8

 Tabela 5. Distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida ("twentiles") ha⁻¹ 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 6. 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; 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.