

ANÁLISE DE RISCO DE SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS COM CEVADA EM PLANTIO DIRETO, NUM PERÍODO DE DEZ ANOS¹

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS², IVO AMBROSI³ e ITACIR SANDINI⁴

RESUMO - De 1984 a 1993 foram avaliados, em Guarapuava, PR, os efeitos de quatro sistemas de rotação de culturas com cevada (*Hordeum vulgare* L.). Procedeu-se neste trabalho à análise de risco dos sistemas: I (cevada/soja); II (cevada/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e cevada/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993); III (cevada/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e cevada/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, de 1990 a 1993); e IV (cevada/soja, linho/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e parcelas com área útil de 60 m². Foram aplicados dois tipos de análise na receita líquida dos sistemas: análise da média da variância e análise de risco (distribuição de probabilidade acumulada e dominância estocástica). Pela análise da variância, não foi possível identificar o melhor sistema estudado. Pelo método da dominância estocástica, o sistema II mostrou-se a melhor alternativa de produção, levando-se em conta lucratividade e menor risco.

Termos para indexação: *Hordeum vulgare*, receita líquida, dominância estocástica, média da variância, aveia branca, ervilhaca, milho, soja.

RISK ANALYSIS OF CROP ROTATION SYSTEMS FOR BARLEY, OVER A TEN-YEAR PERIOD, IN NO-TILLAGE SYSTEM

ABSTRACT - From 1984 to 1993, in Guarapuava, PR, Brazil, the effects of crop rotation systems for barley (*Hordeum vulgare* L.) were assessed. The risk analysis of these systems is presented in this paper. Four rotation systems for barley were studied: I (barley/soybean); II (barley/soybean and common vetch/corn, from 1984 to 1989, and barley/soybean and white oats/soybean, from 1990 to 1993); III (barley/soybean, flax/soybean, and common vetch/corn, from 1984 to 1989, and barley/soybean, common vetch/corn, and white oats/soybean, from 1990 to 1993); and IV (barley/soybean, flax/soybean, common vetch/corn, and white oats/soybean). A randomized block design was used, with four replications and plots totalizing 60 m². Two types of analyses were applied on the net return of the systems: mean-variance analysis and risk analysis (safety-first and stochastic dominance). Identification of the best system studied through mean-variance analysis was not feasible. Through the stochastic dominance method the system II was the best production alternative to be offered to the farmer from both profit and lower risk standpoints.

Index terms: *Hordeum vulgare*, net return, stochastic dominance, mean-variance analysis, white oat, common vetch, corn, soybean.

¹ Aceito para publicação em 23 de março de 1998.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br

³ Economista, M.Sc., Embrapa-CNPT.

⁴ Eng. Agr., M.Sc., Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., CEP 85108-000 Guarapuava, PR.

INTRODUÇÃO

Um dos fatores imprescindíveis para a implementação e a manutenção do sistema de manejo plantio direto é a presença de cobertura vegetal morta para proteger o solo (Kochhann & Selles, 1991). O manejo de resíduos vegetais e a produção de massa vegetativa são de suma importância. Este objetivo é atingido por meio do uso de culturas específicas para a cobertura de solo, planejadas dentro de um sistema de produção para cada área da propriedade.

O conhecimento das reações provocadas pela utilização de diferentes espécies vegetativas ao longo do tempo, em uma mesma área, constitui uma das grandes necessidades do produtor rural. Como o risco está presente em quase todas as atividades agrícolas, o agricultor de forma intuitiva considera-o em suas tomadas de decisões (Moutinho et al., 1978).

Dessa maneira, torna-se necessária a incorporação da análise de risco à avaliação econômica, nos estudos sobre sistemas de produção. Assim, além das informações sobre a rentabilidade de determinada tecnologia, o agricultor poderá saber o risco que estará correndo na sua adoção (Porto et al., 1982).

Vários modelos de incorporação de risco em tomadas de decisões podem ser usados em experimentação agrícola (Cruz, 1984), entre eles o da média da variância de Feldstein (1969), que considera apenas os dois primeiros momentos da distribuição dos retornos ou da renda. Na escolha da alternativa sob condições de risco, Anderson (1976) sugere o critério da segurança em primeiro lugar. No relato de Cruz (1984) ainda é destacado o modelo da dominância estatística de Hanoch & Levy (1970), que leva em conta toda a distribuição cumulativa de probabilidade dos retornos, em vez de, simplesmente, a média e a variância.

Quanto a utilização da análise de risco através da dominância estocástica em tomada de decisão na agricultura existem relativamente poucos estudos (Anderson, 1974; Porto et al., 1982). Com experimentos de longa duração pode ser citado o trabalho de Ambrosi & Fontaneli (1994), no Brasil, em que foram aplicados vários métodos de análises de risco em sistema de produção de grãos com pastagens anuais de inverno.

A comparação da análise de risco com a análise da receita líquida poderá facilitar a recomendação de uma tecnologia. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o risco de quatro sistemas de rotação de culturas com cevada, em plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

No experimento de rotação de culturas com cevada, desenvolvido no município de Guarapuava, PR, de 1984 a 1993, em Latossolo Bruno álico (Embrapa, 1984), foram estimadas as análises da média da variância e de risco da receita líquida. As referidas análises foram determinadas, de acordo com o esquema descrito por Santos et al. (1994), em quatro sistemas de rotação de culturas com cevada: sistema I (100% de cevada/100% de soja); sistema II (50% de cevada/50% de soja, 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). De 1990 a 1993, nos sistemas II e III, as sucessões ervilhaca/milho e linho/soja foram substituídas por aveia branca/soja.

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

Sistema de rotação	Ano									
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sistema I	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

¹ A: aveia branca; C: cevada; E: ervilhaca; L: linho; M: milho; S: soja.

As culturas foram estabelecidas em sistema plantio direto, exceto em 1989, quando foi aplicado calcário antes de as culturas de inverno serem semeadas. A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, inclusive os tratamentos de sementes de cevada, foram realizados de acordo com a recomendação para cada cultura, e a colheita foi efetuada com automotriz especial de parcelas.

A análise econômica (receita líquida) seguiu o trabalho de Zentner et al. (1990). 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 campos) 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 outubro de 1994. No caso de ervilhaca, foi considerada como rendimento a contribuição ao solo de 90 kg/ha de N (Derpsch & Calegari, 1992).

O delineamento usado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área útil da parcela foi de 10 m de comprimento por 6 m de largura. Foi efetuada a análise da variância (da média variância) da receita líquida da média conjunta dos anos. As médias foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Paralelamente, foi aplicado na receita líquida o programa denominado “Biorisco”, ou “Pacta”, que é baseado no critério de simetria de Hanoch & Levy (1970). Esse programa compara as receitas líquidas dos sistemas de rotação de culturas com cevada, do ponto de vista de rentabilidade e risco (distribuição de probabilidade acumulada e dominância estocástica), conforme descrito por Cruz (1980).

A análise da distribuição da probabilidade acumulada da distribuição possibilita a escolha da alternativa com base numa determinada probabilidade de garantir uma renda líquida em um 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 dessa análise são gerados a partir da distribuição completa de probabilidade acumulada da distribuição normal dentro de cada sistema (método Monte Carlo). O próprio programa divide essa distribuição em 20 intervalos de 5% de probabilidade cada (twentiles). As receitas líquidas das alternativas sob comparação foram analisadas duas a duas (pairwise), sendo a dominância em condição de risco (dominância estocástica) avaliada pelo método Hanoch & Levy (1970).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos de grãos de cada espécie obtidos nos anos de estudos, nos diferentes sistemas de rotação, podem ser verificados na Tabela 2.

TABELA 2. Rendimento de grãos (kg/ha) das espécies que compõem os quatro sistemas de rotação de culturas com cevada de 1984 a 1993, Guarapuava, PR¹.

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
2.290	3.054	2.636	2.952	2.199	2.201	3.039	1.898	1.480	2.775	**	3.032	1.641	3.886	2.639	3.275	4.994	2.949	2.691	3.235
Sistema II																			
C	S	E	M	C	S	E	M	C	S	E	M	C	S	A	S	C	S	A	S
2.479	3.037	*	6.898	2.709	2.388	*	5.340	1.870	2.951	*	7.932	1.728	4.137	3.074	3.183	5.794	3.238	4.266	3.512
E	M	C	S	E	M	C	S	E	M	C	S	A	S	C	S	A	S	C	S
*	7.564	2.945	2.960	*	7.873	3.108	2.064	*	6.927	**	3.157	3.360	4.000	2.188	3.207	4.200	2.972	2.696	3.255
Sistema III																			
C	S	L	S	E	M	C	S	L	S	E	M	C	S	E	M	A	S	C	S
2.434	3.069	925	2.480	*	8.654	2.978	2.006	1.371	2.460	*	8.734	1.933	4.193	*	9.214	4.249	2.999	2.630	3.370
L	S	E	M	C	S	L	S	E	M	C	S	E	M	A	S	C	S	E	M
1.071	3.043	*	6.450	2.021	2.442	1.339	1.867	*	7.669	**	3.203	*	6.491	2.841	3.158	5.806	3.033	*	7.737
E	M	C	S	L	S	E	M	C	S	L	S	A	S	C	S	E	M	A	S
*	7.607	3.094	3.043	641	2.479	*	5.115	1.850	2.973	**	2.490	2.705	4.150	3.783	3.328	*	6.621	4.141	3.320
Sistema IV																			
C	S	L	S	A	S	E	M	C	S	L	S	E	M	A	S	C	S	L	S
2.480	3.145	1.001	2.764	1.326	2.451	*	5.884	1.808	3.111	**	2.642	*	6.987	2.981	3.229	6.063	3.058	452	2.962
L	S	A	S	E	M	C	S	L	S	A	S	A	S	C	S	L	S	E	M
1.197	3.194	2.605	3.020	*	8.981	3.392	2.085	1.501	2.590	**	3.186	2.708	4.150	3.881	3.121	1.625	2.812	*	9.846
A	S	E	M	C	S	L	S	A	S	E	M	C	S	L	S	E	M	A	S
2.296	2.875	*	5.697	2.416	2.257	1.371	1.705	1.406	2.618	*	8.294	2.162	3.910	1.100	2.975	*	7.025	4.000	3.222
E	M	C	S	L	S	A	S	E	M	C	S	L	S	E	M	A	S	C	S
*	7.553	2.894	2.977	487	2.553	3.463	1.681	*	6.505	**	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; S: soja.

* Cultura para cobertura do 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.

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 em relação a receita líquida, sendo este último significativamente similar aos sistemas I (R\$ 266,07) e IV (R\$ 283,50). Por outro lado, o sistema II apresentou menor variância (R\$ 111,61) que o sistema III (R\$ 116,72). Os resultados foram semelhantes aos de Ambrosi & Fontaneli (1994) e de Fontaneli et al. (1994), estudando sistemas denominados mistos, que integram lavoura e pecuária, para a região de Passo Fundo, de 1990 a 1992.

TABELA 3. Receita líquida anual, média de 1984 a 1993, por hectare, em sistemas de rotação de culturas com cevada. Guarapuava, PR¹.

Sistema de rotação ²	Receita líquida (R\$/ha)	Desvio padrão
Sistema I	266,07b	171,81
Sistema II	355,00a	111,61
Sistema III	305,50ab	116,72
Sistema IV	283,50b	97,69

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

² I: cevada/soja; II: cevada/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja; III: cevada/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja; IV: cevada/soja, linho/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja.

Essa técnica não possibilita, às vezes, a escolha da melhor tomada de decisão. Para superar tal dificuldade da análise da média variância (Feldstein, 1969), pode ser utilizado o critério de segurança em primeiro lugar (Anderson, 1976). Esse tipo de análise possibilita a escolha da alternativa com base em determinada probabilidade acumulada de garantir uma receita líquida em determinado nível de escolha ao tomador de decisão.

A análise da distribuição de probabilidade da receita líquida (Tabela 4) possibilitou ao sistema II, em 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). Em 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). No estudo de Ambrosi & Fontaneli (1994) com sistemas mistos também foi impossível separar o mesmo sistema no baixo ou no alto nível de probabilidade de risco.

Supondo-se que um agricultor “A” não queira correr risco superior a 5% de ter receita líquida negativa, esse agricultor jamais deverá escolher o sistema I (Tabela 4). Por outro lado, um agricultor “B”, que pretenda 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 escolheria o sistema II para obter uma receita líquida menor ou igual a R\$ 371,00 por hectare. Por 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 5). O método da dominância estocástica (Hanoch & Levy, 1970) separou o sistema II como a melhor alternativa. Por sua vez, o sistema III domina os sistemas I e IV; e o sistema IV domina o sistema I. Ambrosi & Fontaneli (1994), trabalhando com sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, envolvendo trigo, durante três anos, sob sistema plantio direto, conseguiram separar pela dominância estocástica o sistema III [33% de trigo/33% de soja e 66% de pastagem consorciada (aveia branca + ervilhaca)/33% de milho + 33% de soja] como o mais rentável e o de menor risco.

Verifica-se que o sistema II mostra-se, experimentalmente, como a alternativa de menor risco. De acordo com Moutinho et al. (1978), o risco tende a atuar como impedimento por parte dos agricultores à adoção de novas práticas agrícolas. Ademais, 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 o 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 o mesmo foi verificado

também nos demais anos. Esse fato, por sua vez, deve ter influenciado os resultados obtidos nas análises efetuadas.

TABELA 4. Distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (twentiles/ha) em sistemas de rotação de culturas com cevada, 1984 a 1993, Guarapuava, PR.

Probabilidade (%)	Sistema de rotação ¹			
	I	II	III	IV
	----- (R\$/ha) -----			
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

¹ I: cevada/soja; II: cevada/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja; III: cevada/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja; IV: cevada/soja, linho/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja.

TABELA 5. Dominância estocástica da receita líquida dos sistemas de rotação de culturas para cevada, de 1984 a 1993, Guarapuava, PR¹.

Sistema de rotação	Sistema de rotação ²			
	I	II	III	IV
Sistema I	-	0	0	0
Sistema II	1	-	1	1
Sistema III	1	0	-	1
Sistema IV	1	0	0	-

¹ 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.

² I: cevada/soja; II: cevada/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja; III: cevada/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja; IV: cevada/soja, linho/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja.

A rotação de culturas é eficiente, principalmente no controle das doenças de cereais nas regiões de clima adverso às espécies vegetais. Santos et al. (1995), comparando os sistemas de rotação de culturas com cevada, sob sistema plantio direto, mostraram o controle das doenças do sistema radicular de cevada através dessa prática agrícola. A rotação de culturas viabiliza o sistema plantio direto, em relação ao controle das doenças e a produção de palha para proteção do solo. Nos sistemas de rotação de culturas estudados está incluído o sistema II.

A rotação de culturas permite melhor rentabilidade da propriedade agrícola. O milho foi a espécie que apresentou maior rendimento de grãos (Tabela 2) neste período de estudo. Como consequência, foi a que ofereceu maior retorno econômico. Como a leguminosa de inverno (ervilhaca) teve o menor desempenho

econômico, na seqüência, houve compensação pela cultura de milho, no verão. De 1984 a 1989, o sistema II foi o mais equilibrado, pois continha rotação tanto para as culturas de inverno como para as de verão. Isso foi fundamental para o sistema II ser o mais rentável e o de menor risco.

Neste período, ficaram demonstrados, em parte, os efeitos positivos da rotação de culturas na utilização da espécie (leguminosa) como cobertura de solo e como adubação verde, em comparação com a monocultura de trigo. Além disso, não foi utilizada adubação nitrogenada de cobertura, em milho.

CONCLUSÕES

1. O sistema II é a melhor alternativa de produção, por ser o mais rentável e o de menor risco.
2. O sistema I é o menos rentável e o de maior risco.
3. Em termos de rentabilidade e de risco, os sistemas podem ser classificados na seguinte ordem decrescente: sistema II, sistema III, sistema IV e sistema I.

REFERÊNCIAS

- AMBROSI, I.; FONTANELI, R.S. Análise de risco de quatro sistemas alternativos de produção de integração lavoura/pecuária. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v.2, n.1, p.129-148, 1994.
- ANDERSON, J.R. **Modeling decision-making under risk**. México: CIMMYT, 1976.
- ANDERSON, J.R. Sparse data: estimational reability and risk-efficient discussions. **American Journal of Agricultural Economics**, Ames, v.56, n.3, p.564-572, 1974.
- CRUZ, E.M. da. Aspectos teóricos sobre incorporação de risco em modelos de decisão. In: CRUZ, E.M. da (Ed.). **Risco em modelos de decisão na agricultura**. Brasília: Embrapa-DEP, 1984. p.13-33.
- CRUZ, F.R. da. **PACTA - Programa de avaliação comparativa de tecnologias alternativas**: guia do usuário. Brasília: Embrapa-DDM, 1980. 7p.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p. (IAPAR. Circular, 73).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba: Embrapa-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. v.1, 414p. (Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27. IAPAR, Boletim Técnico, 16).
- FELDSTEIN, M.S. Mean variance analysis in the theory of liquidity preference and portfolio selection. **Review of Economic Studies**, Oxford, v.36, n.1, p.5-14, 1969.
- FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; DIKESCH, J.A. Análise econômica de sistemas de rotação de culturas para trigo com pastagens anuais de inverno, em plantio direto. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4., 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1994. p.106-110. (Embrapa-CNPT. Documentos, 14).
- HANOCH, G.; LEVY, H. Efficient portfolio selection with quadratic and cubic utility. **Journal of Business**, Chicago, v.43, n.2, p.181-189, 1970.
- KOCHHANN, R.A.; SELLES, F. O solo e o sistema de manejo conservacionista. In: FERNANDES, J.M.; FERNANDEZ, M.R.; KOCHHANN, R.A.; SELLES, F.; ZENTNER, R.P. **Manual de manejo conservacionista do solo para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Passo Fundo: CIDA/Embrapa-CNPT, 1991. p.9-20. (Embrapa-CNPT. Documentos, 1).
- MOUTINHO, D.A.; SANDERS JUNIOR, J.H.; WEBER, M.T. Tomada de decisão sob condições de risco em relação à nova tecnologia para a produção de feijão de corda. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v.16, n.4, p.41-58, 1978.
- PORTO, V.H. da F.; CRUZ, E.R. da; INFELD, J.A. Metodologia para incorporação de risco em modelos de decisão usados na análise comparativa entre alternativas: o caso da cultura do arroz irrigado. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v.20, n.2, p.193-211, 1982.
- SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.; SANDINI, I. Efeitos de sucessões de culturas em plantio direto sobre a soja cultivada em sistemas de rotação de culturas, durante dez anos, em Guarapuava, PR. In: EMBRAPA. Centro

Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Soja**: resultados de pesquisa 1993/1994. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1994. p.113-118. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 17).

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; LHAMBY, J.C.B.; SANDINI, I. Características agronômicas e controle de doenças radiculares da cevada, em sistema plantio direto em rotação com outras culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.11, p.1297-1303, nov. 1995.

ZENTNER, R.P.; SELLES, F.; SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I. Effect of crop rotations on yields, soil characteristics, and economic returns in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo. **Conservation tillage for subtropical areas**: proceedings. Passo Fundo: CIDA/Embrapa-CNPT, 1990. p.96-116.