

## RISCO DE SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS DE INVERNO E VERÃO SOB PLANTIO DIRETO

### ANALYSIS OF ROTATION SYSTEMS FOR WINTER AND SUMMER, UNDER NO-TILLAGE

Henrique Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Ivo Ambrosi<sup>2</sup>, Celso Wobeto<sup>3</sup>

#### RESUMO

De 1984 a 1993, foi conduzido, em Guarapuava, PR, um experimento reunindo quatro sistemas de rotação de culturas para trigo: sistema I (trigo/soja); sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e trigo/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993); sistema III (trigo/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989; e trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, de 1990 a 1993); e sistema IV (trigo/soja, leguminosas/milho, cevada/soja e aveia branca/soja). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e parcelas com área útil de 60m<sup>2</sup>. No presente trabalho, mostra-se a análise de risco nesse período. Foram aplicados dois tipos de análise na receita líquida dos sistemas: análise da média variância e análise de risco (distribuição de probabilidade acumulada e dominância estocástica). Pelos dois tipos estudados, foi possível separar o sistema II como a melhor alternativa a ser oferecida ao tomador de risco. O sistema II apresentou a maior lucratividade e o menor risco a serem oferecidos aos agricultores, em comparação aos demais sistemas estudados.

**Palavras-chave:** custos, receita líquida, dominância estocástica, média variância.

#### SUMMARY

From 1984 to 1993, in Guarapuava, Paraná (PR), Brazil, four crop rotation systems for wheat were assessed: system I (wheat/soybean); system II (wheat/soybean and common vetch/corn, from 1984 to 1989, and wheat/soybean and white oats/soybean, from 1990 to 1993); system III (wheat/soybean, flax/soybean, and common vetch/corn, from 1984 to 1989, and wheat/soybean, common vetch/corn, and white oats/soybean, from 1990 to 1993); and system IV (wheat/soybean, legume/corn, barley/soybean, and white oats/soybean). A randomized block design having four replications and plots totalizing 60m<sup>2</sup> was used. Risk analysis over that period is presented in this paper. Two types of analysis were applied on the net return of the systems: mean-variance analysis and risk analysis (safety-first and stochastic dominance). Separation of

system II as the best alternative to be offered to the one who decides was feasible by both types studied. The system II showed the highest profit and the lowest risk to be offered to the farmer, as compared to the remaining systems studied.

**Key words:** costs, net return, stochastic dominance, mean-variance.

#### INTRODUÇÃO

Do ponto de vista prático, interessam os sistemas de manejo conservacionista (plantio direto) que mantenham ou aumentem a produtividade dos solos, reduzindo os efeitos de risco ambiental, juntamente com o uso de sistemas de rotação de culturas mais diversificados, a fim de diminuir o risco econômico (AMBROSI & ZENTNER, 1991). A capacidade de cada agricultor absorver riscos inerentes à produção agrícola vai depender de decisões de gerenciamento; será diferente para cada indivíduo e sua atividade em frente a situações de risco.

Existem no Brasil, relativamente, poucos trabalhos de avaliação econômica de sistemas de rotação de culturas. Isso é válido também para sistemas de produção de grãos, sob plantio direto. Além disso, interessava identificar os sistemas de rotação de culturas ou de produção de grãos mais lucrativos e de menor risco a serem oferecidos aos agricultores.

Na região de Guarapuava, PR, vinha-se cultivando soja sob plantio direto, sem a adoção de sistemas adequados de rotação de culturas. Deve ser

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS. Autor para correspondência. e-mail:hpsantos@cnpt.embrapa.br. Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup> Economista, MSc, Embrapa Trigo.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, MSc, Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., CEP 85108-000 Guarapuava, PR.

levado em conta que o rendimento de grãos de cevada e de trigo, sob essa prática conservacionista, vinha sendo menor do que em preparo convencional de solo.

A incorporação da análise de risco à avaliação econômica de tecnologias é uma poderosa ferramenta que propicia a economistas agrícolas e a pesquisadores a oportunidade de analisarem as alternativas testadas, não somente do ponto de vista econômico, mas, também, sob o aspecto de risco que o agricultor está correndo com a adoção (AMBROSI & FONTANELI, 1994). Por outro lado, o risco tende a atuar como impedimento, por parte dos agricultores, à adoção de práticas melhoradoras, tais como rotação de culturas e sistema plantio direto (MOUTINHO *et al.*, 1978).

Vários modelos matemáticos podem ser usados para a análise de risco em experimentação agrícola (CRUZ, 1984), dentre eles, o da média variância (FELDSTEIN, 1969), o do critério da segurança em primeiro lugar (distribuição de probabilidade acumulada) (ANDERSON, 1976) e o da dominância estocástica (LEVY & HANOCH, 1970). A análise da média variância presume que o tomador de decisão escolha a alternativa que apresente menor variância, para uma mesma média, ou a alternativa que apresente maior média, para um nível igual de variância (PORTO *et al.*, 1982). Quando uma alternativa "A", comparada com uma alternativa "B", apresenta maior média e maior variância, diz-se que ambas as alternativas são diferentes, sob o critério da análise da média variância. PORTO *et al.* (1982), comparando 20 alternativas em plantio de arroz irrigado, combinando-as com épocas de irrigação x épocas de cobertura com nitrogênio x herbicidas pré e pós-emergentes, selecionaram duas opções pelo método da dominância estocástica.

Existem no Brasil, relativamente, poucos experimentos de longa duração, com a cultura de trigo (sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno), analisados do ponto de vista do risco envolvido. No trabalho conduzido por AMBROSI & FONTANELI (1994), pelo método da dominância estocástica, o cultivo de 1/3 da área com trigo e 2/3 com pastagem consorciada (aveia preta + ervilhaca), no inverno, e 2/3 com soja e 1/3 com milho, no verão, mostrou ser a melhor alternativa de produção, do ponto de vista de rentabilidade e risco. O presente trabalho teve por objetivo identificar os sistemas de rotação de culturas de inverno e de verão, mais rentáveis e de menor risco, sob plantio direto.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os rendimentos de grãos (kg/ha) usados neste trabalho foram obtidos em experimento de rotação de culturas para trigo desenvolvido no município de Guarapuava, PR, de 1984 a 1993, em Latossolo Bruno Álico (EMBRAPA, 1984). A área experimental vinha sendo cultivada, anteriormente, com cevada e trigo, no inverno, e milho e soja, no verão.

Os tratamentos constaram de quatro sistemas de rotação de culturas para trigo: sistema I (trigo/soja); sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e trigo/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993); sistema III (trigo/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e trigo/soja, leguminosa/milho e aveia branca/soja, de 1990 a 1993); e sistema IV [trigo/soja, tremoço (1984 a 1988) ou serradela (1989) ou ervilhaca (1990 a 1993)/milho, cevada/soja e aveia branca/soja] (tabela 1). A partir de 1990, nos sistemas II e III, as sucessões ervilhaca/milho e linho/soja, respectivamente, foram substituídas por aveia branca/soja. As culturas foram estabelecidas em sistema plantio direto, exceto em 1989, quando foi aplicado calcário antes de as culturas de inverno terem sido semeadas.

As amostragens de solo, para determinação dos níveis de nutrientes e do teor de matéria

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

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	E/M T/S	T/S E/M	E/M T/S	T/S E/M	E/M T/S	T/S A/S	A/S T/S	T/S A/S	A/S T/S	
Sistema III	T/S L/S E/M	L/S E/M T/S	E/M T/S L/S	T/S L/S E/M	L/S E/M T/S	E/M T/S L/S	T/S E/M A/S	E/M A/S T/S	A/S T/S E/M	T/S E/M A/S	
Sistema IV	T/S A/S C/S Tr/M	A/S C/S Tr/M T/S	C/S Tr/M T/S A/S	Tr/M T/S A/S C/S	T/S A/S C/S Tr/M	A/S C/S Se/M T/S	C/S A/S T/S E/M	A/S T/S E/M C/S	T/S E/M C/S A/S	E/M C/S A/S T/S	

<sup>1</sup> A: aveia branca; C: cevada; E: ervilhaca; L: linho; M: milho; S: soja; Se: serradela; T: trigo; e Tr: tremoço.

orgânica, foram realizadas anualmente, sempre após a colheita das culturas de inverno e de verão. A adubação de manutenção e a correção da acidez basearam-se nos dados da análise de solo da área experimental.

Em 1984, a acidez do solo foi corrigida com 3,7t/ha (PRNT 75%) de calcário. Posteriormente, efetuou-se uma segunda correção, em 1989, com 11,7t/ha de calcário, com PRNT 74%, aplicadas em duas vezes: metade antes da aração (arado de discos) e a outra metade antecedendo a gradeação (grade pesada ou grade aradora). A semeadura, o controle de plantas daninhas e o tratamento de semente foram realizados de acordo com a recomendação para cada cultura, e a colheita foi efetuada com colhedora especial para parcelas.

O rendimento de grãos de aveia branca, de milho, de soja e de trigo foi corrigido para umidade de 13%, e o de linho foi corrigido para 10%. O rendimento de cevada foi corrigido em função da classificação comercial (CEVACOR) (IGNACZAK *et al.*, 1980).

A análise econômica (receita líquida) foi de acordo com 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 campo) 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, de serradela e de tremoço, foi considerada como rendimento a contribuição ao solo de 90kg/ha de N (DERPSCH & CALEGARI, 1992).

O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área útil da parcela, para todos os tratamentos, foi de 10m de comprimento por 6m de largura (60m<sup>2</sup>). Foi efetuada a análise da variância (média variância) da receita líquida da média conjunta dos anos. As médias foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade.

A partir dos resultados de entrada de preços, rendimentos de grãos e custos de cada alternativa, foram realizadas distribuições de probabilidade cumulativa dessas variáveis, mediante o processo de Monte Carlo, bem como a distribuição da receita líquida correspondente a cada alternativa. Com base nessa distribuição de probabilidade cumulativa, foram impressos os intervalos de preços, rendimentos e receitas líquidas, com 5% de probabilidade de cada intervalo (twentiles).

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 para trigo, duas a duas (pairwise) (dominância estocástica), do ponto de vista de rentabilidade e risco, conforme descrito por CRUZ (1980).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise da média variância da receita líquida dos dez anos (tabela 2), o sistema II (R\$ 370,40kg/ha) diferiu significativamente dos sistemas I (R\$ 290,98kg/ha), III (R\$ 311,76kg/ha) e IV (R\$ 315,59kg/ha). O sistema II foi o que apresentou maior lucratividade. A análise da média variância da receita líquida já permitiu separar o sistema II como a melhor alternativa a ser oferecida aos agricultores. No trabalho desenvolvido por FONTANELI *et al.* (1994) com sistemas denominados mistos, que integram lavoura e pecuária, para a região de Passo Fundo, no período de três anos, não foi possível separar as alternativas estudadas somente pela análise da média variância da receita líquida (AMBROSI & FONTANELI, 1994).

A distribuição de probabilidades normal da receita líquida (tabela 3) possibilitou, também, escolher o sistema II, em relação aos demais sistemas estudados, como o que apresentou maior lucratividade com o mesmo risco. Isso dá ao tomador de decisão a segurança de que o sistema II vai garantir maior rentabilidade do que os demais sistemas, em qualquer situação de risco. 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 sis-

Tabela 2 - Receita líquida média (kg/ha) por ano em sistemas de rotação de culturas de inverno e verão. Guarapuava, PR.

Sistema de rotação <sup>1</sup>	Receita líquida média 1984 a 1993	Desvio padrão
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

<sup>1</sup> Sistema I: trigo/soja; Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca; Sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja; e Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho, cevada/soja e aveia branca/soja.

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

Tabela 3 - Distribuição de probabilidade normal da receita líquida (kg/ha) em sistemas de rotação de culturas para trigo. Guarapuava, PR, 1984 a 1993.

Probabilidade de risco % ( $\alpha$ )	Sistema de rotação <sup>1</sup>			
	I	II	III	IV
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

<sup>1</sup> 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; e Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho, cevada/soja e aveia branca/soja.

temas apresentar uma renda líquida X? O valor seria escolhido pelo tomador de decisão.

Os dados da tabela 3 foram gerados a partir da distribuição completa de probabilidade acumulada da distribuição normal no âmbito de cada sistema. O próprio programa divide essa distribuição em 20 intervalos de 5% de probabilidade cada um. Os dados da receita líquida seguem uma distribuição normal.

O sistema II (tabela 3) permite, mesmo com baixa probabilidade de risco (5%), obter maior renda líquida (R\$ 207,00kg/ha), comparado aos sistemas I (R\$ 90,83kg/ha), III (R\$ 158,03kg/ha) e IV (R\$ 157,08kg/ha). Isso foi igualmente verdadeiro para os maiores níveis de probabilidade acumulada (100%). O sistema II (R\$ 648,94kg/ha) pode ser escolhido, em relação aos sistemas I (R\$ 632,18kg/ha), III (R\$ 573,83kg/ha) e IV (R\$ 585,80kg/ha). Isso vem reforçar o que foi obtido com a análise da média variância da receita líquida. No estudo de AMBROSI & FONTANELI (1994), sobre a probabilidade acumulada da distribuição normal dos sistemas alternativos de produção de integração lavoura/pecuária, não foi possível separar o mesmo sistema, tanto para baixos como para altos níveis de probabilidade de risco.

Supondo-se que um agricultor “A” não queira correr risco superior a 5 % de ter receita líquida baixa, esse agricultor jamais deverá escolher o sistema I (tabela 3). Por outro lado, um agricultor “B”, que pretenda obter a maior renda líquida possível, escolheria o sistema II. 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\$ 385,57 por hectare ou menor. Por esse método, a escolha da alternativa depende única e exclusivamente do nível de risco escolhido pelo tomador de decisão.

Pela análise da dominância estocástica, o sistema II domina os demais sistemas estudados (tabela 4). O método da dominância estocástica (HANOCH & LEVY, 1970) manteve o sistema II como a melhor alternativa. Por sua vez, o sistema III dominou o sistema I, e o sistema IV dominou os sistemas I e III. Por esse critério, foi possível a AMBROSI & FONTANELI (1994) separar o sistema III [33% de trigo/33% de soja e 66% de pastagem consorciada (aveia preta + ervilhaca)/33% de milho + 33% de soja] como o mais rentável e de menor risco.

Observa-se nas tabelas 2 a 4, que o sistema II se constituiu, em nível experimental, no 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 (MOUTINHO *et al.*, 1978), este permite que seja escolhida a rotação de culturas como prática economicamente viável, em relação à monocultura trigo/soja, para a região de Guarapuava, PR.

O uso da dominância estocástica constitui ferramenta matemática para escolha de um sistema de

Tabela 4 - Dominância estocástica dos sistemas de rotação de culturas para trigo. Guarapuava, PR, 1984 a 1993<sup>1</sup>.

Sistema de rotação <sup>2</sup>	Sistema de rotação			
	I	II	III	IV
I	-	0	0	0
II	1	-	1	1
III	1	0	-	0
IV	1	0	1	-

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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; e Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho, cevada/soja e aveia branca/soja.

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, do ponto de vista de risco. Pelo observado, apesar de serem cultivadas aveia branca e soja, nos últimos quatro anos de condução desse experimento, os anos correram de maneira satisfatória para essa leguminosa em todos os tratamentos.

Observa-se que o método de análise da dominância estocástica mostrou maior nível de discriminação do que os métodos aplicados anteriormente e deve ser empregado, sempre que possível, para testar novas recomendações aos agricultores, porque esse método oferece opções dentro de uma abrangência limitada (PORTO *et al.*, 1982). Neste estudo, de quatro sistemas foi separado somente um.

A rotação de culturas, em decorrência de seus benefícios conservacionistas e econômicos, constitui um requisito fundamental à viabilização do sistema plantio direto como negócio agrícola sustentável (DENARDIN & KOCHHANN, 1993). Portanto, as espécies contempladas no planejamento do sistema de rotação de culturas devem atender tanto aos aspectos técnicos, que objetivam a conservação de solo e a preservação do ambiente, como aos aspectos econômicos e comerciais, compatíveis com os sistemas de produção praticados regionalmente.

Durante esse período, os valores mais elevados de severidade do mal-do-pé e de podridão comum manifestaram-se na monocultura de trigo (sistema I: 39%), em relação àqueles obtidos com rotação de um inverno (sistema I: 12%), de dois invernos (sistema III: 9%) e de três invernos (sistema IV: 11%) sem esse cereal (SANTOS *et al.*, 1996). Isso demonstra que a rotação de culturas com espécies não suscetíveis elimina os inconvenientes do plantio direto, em relação ao aumento de doenças, por possibilitar a decomposição biológica dos resíduos vegetais. Por outro lado, o menor rendimento de grãos ocorreu na monocultura de trigo (3.014kg/ha), em comparação a um inverno (3.355kg/ha), a dois invernos (3.494kg/ha) e a três invernos (3.362kg/ha) sem trigo. O rendimento de grãos de milho, nos dez anos, oscilou de 3.238 a 9.416kg/ha. O rendimento de grãos de soja, durante o período, variou de 1.861 a 4.120kg/ha nos diferentes sistemas estudados. A rotação de culturas, além de ter reduzido os custos de produção das lavouras, pelo aumento do rendimento de grãos, promoveu a diversificação de culturas e, como consequência, diminuiu o risco de insucesso do agricultor.

Os sistemas III e IV, apesar de mais diversificados, foram inferiores ao sistema II, provavel-

mente devido ao linho (sistema III) e ao milho (sistema IV), que, nos primeiros cinco anos deste experimento, apresentaram rendimentos de grãos relativamente baixos. Além disso, o milho antecedido por tremoço (sistema IV) produziu menos, em comparação ao milho antecedido por ervilhaca (sistema II e III) (SANTOS & PEREIRA, 1994). Esse fato, por sua vez, deve ter influenciado os resultados obtidos nas análises efetuadas.

Por outro lado, a monocultura trigo/soja, que gastou menos tempo na regulagem de máquinas produziu, na maioria dos anos, abaixo dos sistemas de rotação com essas espécies. Isso, por sua vez, foi suficiente para tornar esse sistema menos eficiente economicamente, além dos problemas de risco de se cultivar somente uma espécie no inverno e outra, no verão.

## CONCLUSÃO

1. Através da análise da média variância da receita líquida, é possível separar o sistema (trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, ou trigo/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993) como a melhor alternativa a ser oferecida ao tomador de decisão.

2. Através da análise da distribuição de probabilidade normal da receita líquida, esse sistema é o que possibilita a obtenção da maior renda líquida com baixa ou alta probabilidade de risco.

3. Através do método da dominância estocástica, esse sistema também é a melhor alternativa de produção para a região de Guarapuava, PR a ser oferecida aos agricultores, sob os pontos de vista de rentabilidade e de menor risco, em relação à monocultura trigo/soja.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- AMBROSI, I., ZENTNER, R.P. Aspectos econômicos no sistema de manejo conservacionista. In: FERNANDES, J.M., FERNANDEZ, M.R., KOCHHANN, R.A., *et al.* **Manual de manejo conservacionista do solo para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1991. p.63-69. Embrapa-CNPT. Documentos, 1.
- ANDERSON, J.R. **Modeling decision-making under risk**. México: CIMMYT, 1976. CRUZ, E.R. da. Aspectos teóricos sobre incorporação de risco em modelos de decisão. In: CRUZ, E.R. da. (Ed). **Risco em modelos de decisão na agricultura**. Brasília: Embrapa-DEP, 1984. p.13-33.
- CRUZ, E.R. da. **PACTA - Programa de avaliação comparativa de tecnologias alternativas**: guia do usuário. Brasília: Embrapa-DDM, 1980. 7 p.

- DENARDIN, J.E., KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/FUNDAÇÃO FECOTRIGO/ Fundação ABC/Aldeia Norte, 1993. p. 19-27.
- 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 solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba: Embrapa-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. v. 1, 414 p. 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, UK, 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. 205 p. 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.
- IGNACZAK, J.C., ARIAS, G., IORCZESKI, E.J. Produção de grãos de cevada corrigida em função de classificação comercial. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 11., 1980, Porto Alegre. **Solos, ecologia, fisiologia e práticas culturais**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1980. v. 3, 100 p. p. 98-100.
- LEVY, H., HANOCH, G. Relative effectiveness of efficiency criteria for portfolio selection. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Seattle, v. 5, n. 1, p. 63-76, 1970.
- 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, PEREIRA, L.R. Rotação de culturas em Guarapuava. XIV. Efeitos dos sistemas de sucessão de culturas de inverno sobre algumas características agrônômicas de milho, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1691-1699, 1994.
- SANTOS, H.P. dos, REIS, E.M., LHAMBY, J.C.B., *et al.* Efeito da rotação de culturas sobre o trigo, em sistema plantio direto, em Guarapuava, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 259-267, abr. 1996.
- ZENTNER, R.P., SELLES, F., SANTOS, H.P. dos, *et al.* Effect of crop rotations on yields, soil characteristics, and economic returns in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo, RS. **Conservation tillage for subtropical areas: proceedings**. Passo Fundo: CIDA/Embrapa-CNPT, 1990. 265 p. p. 96-116.