

Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos com pastagens, sob sistema plantio direto

Profitability and risk of production systems with pasture under no-tillage system

Renato Serena Fontaneli¹ Henrique Pereira dos Santos² Cláudia de Mori³

RESUMO

O objetivo deste estudo de cinco anos foi avaliar o desempenho de cinco sistemas de produção: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagem perene de estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; sistema IV [pastagem perene de estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; e sistema V (alfafa para feno). As parcelas dos sistemas III, IV e V, retornaram para o sistema I, a partir do verão de 1996. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram aplicados à receita líquida quatro tipos de análise nos sistemas de produção: análise da receita líquida, da média variância, da distribuição de probabilidade acumulada e da dominância estocástica. Pela análise da receita líquida e da média variância, não houve diferença significativa entre os sistemas estudados. O sistema IV mostrou-se a melhor alternativa de produção, levando-se em conta lucratividade e menor risco, pela análise da dominância estocástica.

Palavras-chave: receita líquida, média variância, dominância estocástica, integração lavoura pecuária.

ABSTRACT

The objective of this five-year study was to assess the performance of five production systems: system I (wheat/soybean, white oat/soybean, and common vetch/corn); system II (wheat/soybean, white oat/soybean, and oat + common vetch pasture/corn); system III [perennial cool season pasture (tall fescue + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system IV [perennial warm season pasture (bahiagrass + black oat + ryegrass + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system V (alfalfa as hay crop). The plot under systems III,

IV, and V returned to system I after the summer of 1996. The treatments were allocated in a complete randomized block design, with four replications. Four types of analysis were applied to the net return of production systems: net return, mean-variance, distribution of accumulated probability, and stochastic dominance. When net return and mean-variance analysis were used no significant differences were observed in the systems studied. The system IV was the best production system to be offered as the better to the farmers for profit and lower risk standpoints by the stochastic dominance analysis.

Key words: net return, mean-variance, stochastic dominance, ley forming.

INTRODUÇÃO

Avaliações econômicas de sistemas de rotação de culturas ou de sistemas de produção de grãos ou ainda sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais ou perenes, que incorporem, além da análise da receita líquida do sistema, a análise de risco, são valiosas ferramentas nos processos de tomada de decisão. Assim, além das informações sobre rentabilidade de determinado sistema, o agricultor poderá estimar o risco à que estará submetido em função da decisão tomada (PORTO et al., 1982).

Na análise econômica do trabalho conduzido por SANTOS et al. (1999a) sobre sistemas de rotação de culturas para trigo, sob sistema plantio direto, em Guarapuava, PR, não foi observada diferença significativa para receita líquida entre os sistemas

¹Embrapa TRIGO e Faculdade de Agronomia (FAMV) Universidade de Passo Fundo (UPF)-, C. P. 451, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil. E-Mail: renatof@cnpt.embrapa.br. Autor para correspondência.

²Embrapa Trigo. Passo Fundo, RS, Brasil. E – mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br.

³Embrapa Trigo. Passo Fundo, RS, Brasil. E-Mail: cdmori@cnpt.embrapa.br.

estudados. Nesse estudo, pastagens não foram incluídas nos sistemas de produção avaliados. FONTANELI et al. (2000), avaliando sistemas integrados de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, sob sistema plantio direto, em Passo Fundo, RS, verificaram que, o sistema trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho foi mais rentável do que os demais sistemas estudados.

Há vários modelos matemáticos que incorporam o risco em decisões individuais e que apresentam forte poder de discriminação entre alternativas (PORTO et al., 1982; AMBROSI & FONTANELI, 1994). Dentre esses modelos, destacam-se análise através da média variância da receita líquida e análise da distribuição de probabilidade acumulada e dominância estocástica da receita líquida.

Em estudo de SANTOS et al. (2000), sobre sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo, sob sistema plantio direto, em Guarapuava, PR, através da análise da média variância, da distribuição da probabilidade acumulada e da dominância estocástica da receita líquida, identificou-se o sistema trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e trigo/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993, como os sistemas com maior vantagem econômica e de menor risco em relação aos demais. Em trabalho de AMBROSI et al. (2001), sobre sistemas de produção mistos (lavoura e pecuária), de 1990 a 1995, sob sistema plantio direto, em Passo Fundo, RS, foi possível aferir através da dominância estocástica que o sistema trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho, em comparação aos demais sistemas estudados, apresentou-se como o mais rentável e de menor risco.

Os sistemas de produção mistos ou de rotação de culturas que incluem pastagens perenes, além de culturas anuais para produção de grãos, são os mais eficientes na manutenção da estrutura físico-química do solo favorável às plantas (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990). As pastagens perenes exercem efeitos agrônômicos benéficos por períodos prolongados; as gramíneas apresentam sistema radicular extenso e em constante renovação, e os resíduos das leguminosas contribuem com nitrogênio, levando ao aumento na taxa de decomposição dos materiais orgânicos por reduzir a relação C/N (HARRIS et al., 1966). Essas afirmações foram observadas, em parte, por SANTOS et al. (2001), que constataram que leguminosas perenes aumentaram o nível de matéria orgânica do solo, e como consequência, o rendimento de algumas espécies produtoras de grãos que foram estabelecidas na sequência.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a lucratividade e o nível de risco de sistemas de produção

de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e perenes, sob sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2002), de textura argilosa e relevo suavemente ondulado, em áreas de parcelas que possuíam 20m de comprimento por 6m de largura (120m²).

Cinco sistemas de produção foram avaliados: sistema I (sistema de produção de grãos - trigo/soja, ervilhaca/milho, aveia branca/soja); sistema II (sistema de produção de grãos com pastagem anual de inverno - trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho, aveia branca/soja); sistema III (sistemas de produção de grãos após pastagem perene da estação fria: festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão); sistema IV (sistemas de produção de grãos após pastagem perene da estação quente: pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão); e sistema V (sistema de produção de grãos após alfafa para feno) (Tabela 1). Nas parcelas sob os sistemas III, IV e V, após quatro anos de pastagens perenes, foram semeadas culturas produtoras de grãos semelhantes às do sistema I. As culturas, tanto de inverno como de verão, foram estabelecidas sob sistema plantio direto.

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a indicação para cada cultura e baseada nos resultados da análise de solo (CFSRS/SC, 1995). As amostras de solo foram coletadas a cada três anos, após colheita das culturas de verão.

A época de semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados para cada cultura, conforme indicação. A colheita das culturas produtoras de grãos foi realizada com colhedora automotriz especial de parcelas, exceto milho, que foi colhido manualmente. O rendimento de grãos (aveia branca, milho, soja e trigo) foi determinado a partir da colheita de 1/3 de cada parcela, ajustando-se o rendimento para umidade de 13%.

A análise da receita líquida, nos cinco sistemas de produção constituído por culturas produtoras de grãos e de pastagens, pela análise de média variância, distribuição de probabilidade e dominância estocástica. Entende-se por receita líquida a diferença entre a receita bruta (rendimento de grãos e/ou ganho de peso animal multiplicado pelos respectivos preços) e a soma dos custos totais (custos de insumos + custos de operações de campo) e os

Tabela 1 - Sistemas de produção de grãos e de pastagens anuais de inverno, perenes de estação fria e perenes de estação quente, sob sistema plantio direto. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2003.

Sistema de produção	Seqüência/ano								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sistema I (produção de grãos)	T/S E/M Ab/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M
Sistema II (produção de grãos + pastagem anual de inverno)	T/S Ap+E/M Ab/S	Ap+E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S Ap+E/M	T/S Ap+E/M Ab/S	Ap+E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S Ap+E/M	T/S Ap+E/M Ab/S	Ap+E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S Ap+E/M
Sistema III (produção de grãos após PPF)	T/PPF T/PPF T/PPF	PPF PPF PPF	PPF PPF PPF	PPF/S PPF/M PPF/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M
Sistema IV (produção de grãos após PPQ)	T/PPQ T/PPQ	PPQ PPQ	PPQ PPQ	PPQ/S PPQ/M PPQ/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M
Sistema V (produção de grãos após alfafa)	- - -	Al Al Al	Al Al Al	Al/S Al/M Al/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; PPF: pastagem estação fria (festuca + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); PPQ: pastagem estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); S: soja; e T: trigo.

custos de depreciação de máquinas e equipamento e juros sobre capital. A receita e os custos foram contabilizados a partir de preços médios editados na praça de Passo Fundo, RS, em novembro de 2003.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com quatro repetições. As receitas líquidas na média conjunta dos anos, compreendendo o período de 1997/98 a 2001/02. Os sistemas foram avaliados anualmente (inverno + verão) e na média conjunta dos anos. Nas análises de variância, consideraram-se como tratamentos os cinco sistemas componentes do estudo.

Além disso, foi efetuada a análise da média variância dos anos. A 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). As médias da receita líquida e da média variância da receita líquida foram comparadas entre si pela aplicação do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

A partir dos dados calculados de rentabilidade de cada alternativa, foram geradas distribuições de probabilidade cumulativa, mediante o processo de Monte Carlo, bem como a distribuição da receita líquida correspondente a cada alternativa. Com base nessas distribuições cumulativas, foram impressos os intervalos de preço, de receita líquida, com 5% de probabilidade de cada intervalo ("twentiles"). A receita líquida das alternativas sob comparação foi analisada

duas a duas ("pairwise") e a dominância em condições de risco (dominância estocástica) foi analisada pelo método descrito por CRUZ (1980).

O programa para computador "Biorisco" ou "Pacta", que é baseado no critério de simetria, compara as alternativas, duas a duas, do ponto de vista de rentabilidade e de risco (distribuição de probabilidade acumulada, "twentiles", e dominância estocástica, "pairwise").

As áreas experimentais dos sistemas III, IV e V, foram programados para serem pastoriados por quatro anos e depois serem transformados em culturas produtoras de grãos semelhantes às do sistema I. Após completarem um ciclo e meio de rotação de culturas (cinco anos) foi efetuado a análise econômica dos resultados que, serão apresentados a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da receita líquida, da média variância, da distribuição de probabilidade acumulada e da dominância estocástica dos cinco sistemas de produção, podem ser observados nas tabelas 2, 3, 4 e 5.

Levando-se em conta a receita anual (inverno + verão), ocorreu diferença significativa somente na safra de 2000/01 (Tabela 2), onde o sistema IV apresentou receita líquida por hectare mais elevada do que os sistemas I e III. No ano agrícola de 1998/99, houve receita líquida negativa para todos os sistemas

Tabela 2 - Análise da receita líquida média, em R\$ ha⁻¹, de cinco sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e perenes, de 1997/98 a 2001/02, sob sistema plantio direto. Passo Fundo, RS

Sistema de produção ⁽¹⁾	Sistema de produção				
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V
1997/98	+1.177,00a	+1.253,00a	+1.147,00a	+1.281,00a	+1.344,00a
1998/99	-243,00a	-229,00a	-250,00a	-167,00a	-206,00a
1999/00	+1.520,00a	+1.317,00a	+1.578,00a	+1.811,00a	+1.754,00a
2000/01	+1.730,00b	+1.833,00ab	+1.714,00b	+2.104,00a	+1.928,00ab
2001/02	+636,00a	+361,00a	+353,00a	+651,00a	+618,00a
Média	+964,00a	+907,00a	+908,00a	+1.136,00a	+1.088,00a

⁽¹⁾Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem perene de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem perene de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa. Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

estudados, em função da estiagem que manifestou-se no período de desenvolvimento, principalmente da cultura da soja, na região de Passo Fundo. A soja, neste ano, não produziu grãos, pois ocorreu, nesse período má distribuição e valores abaixo da normal, da precipitação pluvial, nos meses compreendido entre outubro, de 2000 a março, de 2001.

Para a média conjunta dos anos da receita líquida, de 1997/98 a 2001/02, não houve diferença significativa entre os sistemas estudados (Tabela 2), embora os sistemas IV e V, tenham apresentado valores absolutos para receita líquida maiores do que os sistemas I, II e III.

SANTOS et al. (1999a), trabalhando com quatro sistemas de rotação de culturas para trigo e sem pastejos, em dois períodos de 1984 a 1989 e de 1990 a

1993, em Guarapuava, PR, sob sistema plantio direto, não obtiveram diferença significativa para receita líquida entre os sistemas estudados. FONTANELI et al. (2000), estudando sistemas de produção mistos (lavoura + pecuária), de 1990 a 1995, em Passo Fundo, sob sistema plantio direto, observaram que, o sistema trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho foi o que apresentou maior receita líquida (R\$ 433,00 ha⁻¹), em comparação aos demais sistemas avaliados.

Para a análise da média variância (comparada pela aplicação do teste de Duncan), que apresenta os mesmos valores da análise conjunta da receita líquida (comparada pelo teste F, duas a duas) e teste de média menos rigoroso, não houve igualmente diferença significativa entre os sistemas estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por AMBROSI et al. (2001), comparando sistemas mistos, de 1990 a 1995, em Passo Fundo, RS, sob sistema plantio direto. Por esse método de análise, também, não foi possível apontar nenhum dos sistemas estudados como adequados para indicação ao agricultor. Todavia, em estudo conduzido por SANTOS et al. (2000) com quatro sistemas de rotação de culturas para trigo (produção de grãos e cobertura de solo no inverno), durante dez anos, sob sistema plantio direto, em Guarapuava, PR, o sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e trigo/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993) foi indicado como mais lucrativo e de menor risco.

O estudo da receita líquida através da média variância, por vezes, não permite a melhor tomada de decisão, servindo apenas para quantificar a rentabilidade de cada sistema. Para auxiliar na tomada de decisão, pode ser empregado o critério de segurança em primeiro lugar (distribuição de probabilidade da receita líquida) (AMBROSI & FONTANELI, 1994). Esse

Tabela 3 - Receita líquida média anual e desvio padrão, em R\$ ha⁻¹, de cinco sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e perenes, de 1997/98 a 2001/02, sob sistema plantio direto. Passo Fundo, RS

Sistemas de produção ⁽¹⁾	Receita líquida média 1997/98 a 2001/02	Desvio padrão
Sistema I	964,00 ^{ns}	878,00
Sistema II	907,00	939,00
Sistema III	908,00	970,00
Sistema IV	1.136,00	998,00
Sistema V	1.088,00	973,00

⁽¹⁾Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja após pastagem perene de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja após pastagem perene de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa. ^{ns}Não significativo a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Tabela 4 - Distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida, em R\$ ha⁻¹, de cinco sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e perenes, de 1997/98 a 2001/02, sob sistema plantio direto. Passo Fundo, RS

Probabilidade de risco %	Sistema de produção ⁽¹⁾				
	I	II	III	IV	V
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	245,00	137,00	134,00	319,00	291,00
25	388,00	290,00	272,00	481,00	449,00
30	479,00	387,00	372,00	584,00	550,00
35	611,00	529,00	518,00	735,00	697,00
40	708,00	632,00	625,00	844,00	803,00
45	834,00	767,00	764,00	987,00	943,00
50	941,00	881,00	883,00	1.109,00	1.062,00
55	1.104,00	1.055,00	1.062,00	1.294,00	1.242,00
60	1.298,00	1.263,00	1.277,00	1.514,00	1.457,00
65	1.361,00	1.330,00	1.346,00	1.585,00	1.526,00
70	1.449,00	1.425,00	1.444,00	1.686,00	1.624,00
75	1.581,00	1.566,00	1.590,00	1.836,00	1.770,00
80	1.755,00	1.758,00	1.782,00	2.033,00	1.962,00
85	1.894,00	1.901,00	1.936,00	2.191,00	2.117,00
90	2.093,00	2.113,00	2.155,00	2.417,00	2.337,00
95	2.405,00	2.447,00	2.500,00	2.771,00	2.682,00
100	3.457,00	3.573,00	3.663,00	3.966,00	3.847,00

⁽¹⁾Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja após pastagem perene de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja após pastagem perene de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa.

tipo de análise possibilita a escolha da melhor alternativa com base em determinada probabilidade de garantir renda em dado nível de escolha do tomador de decisão. Em princípio, baseia-se no critério de um dos sistemas apresentar determinada renda líquida. O valor seria escolhido pelo tomador de decisão.

Os dados da Tabela 4 foram gerados a partir da distribuição normal em cada sistema. O próprio programa escolhido divide essa distribuição em 20 intervalos de 5% de probabilidade cada um.

Na análise da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida, o sistema IV apresentou, na baixa probabilidade de risco (20%), maior renda líquida por hectare (R\$ 319,00), em comparação aos sistemas I (R\$ 245,00), II (R\$ 137,00), III (R\$ 134,00) e V (R\$ 291,00) (Tabela 4). Na probabilidade de risco de 5% a 15%, todos os valores da receita líquida foram negativos. Na alta probabilidade de risco (100%), o sistema IV igualmente obteve a maior renda líquida por hectare (R\$ 3.966,00), em relação aos sistemas I (R\$ 3.457,00), II (R\$ 3.573,00), III (R\$ 3.663,00) e V (R\$ 3.847,00). No trabalho de SANTOS et al. (2000), sobre

sistemas de rotação de culturas para trigo, durante dez anos, em Guarapuava, PR, sob sistema plantio direto, foi possível, através da análise da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida, separar o mesmo sistema nos níveis de 5% e 100% de probabilidade de risco. No estudo de AMBROSI et al. (2001), sobre sistemas de produção com pastagens anuais de inverno, durante seis anos, sob sistema plantio direto e por Santos et al. (1999b), com sistemas de rotação de culturas, ambos envolvendo a cultura de trigo, em Passo Fundo, RS, durante dez anos, manejados mediante preparo convencional de solo, no inverno, e semeadura direta, no verão, não foi possível separar o mesmo sistema nos dois níveis de probabilidade de risco.

A escolha da alternativa a ser usada pelo produtor depende única e exclusivamente do nível de risco ou do valor escolhido pelo tomador de decisão. Tomando por base a distribuição de probabilidade da Tabela 4, um agricultor "A" que pretenda obter a maior renda possível, sem se importar com o risco, escolheria os sistemas IV e V. Um agricultor "B" que pretendesse

Tabela 5 - Dominância estocástica da receita líquida, por hectare, de cinco sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e perenes, de 1997/98 a 2001/02, sob sistema plantio direto. Passo Fundo, RS

Sistemas de produção ⁽¹⁾	Sistemas de produção				
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V
Sistema I	-	1	1	0	0
Sistema II	0	-	0	0	0
Sistema III	0	1	-	0	0
Sistema IV	1	1	1	-	1
Sistema V	1	1	1	0	-

⁽¹⁾Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; Sistema II: trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja após pastagem perene de estação fria; Sistema IV: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja após pastagem perene de estação quente; e Sistema V: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após alfafa.

A leitura deve ser feita no sentido horizontal: 0 (zero) significa que a tecnologia da linha é dominada pela coluna e 1 (um) significa que a tecnologia da linha domina a da coluna.

atingir a receita líquida maior que R\$ 1.000,00 por hectare escolheria, também, o sistema IV tendo 50% de probabilidade de risco de que isto não ocorra. Entretanto, há 15% de probabilidade de risco de um produtor ter receita negativa com qualquer um desses sistemas.

Pela dominância estocástica, o sistema IV dominou os demais sistemas estudados (Tabela 5). Por esta análise, os sistemas podem ser classificados na seguinte ordem decrescente: sistema IV, sistema V, sistema I e sistema III, sendo o sistema II a pior opção em termos de rentabilidade e de risco. Observa-se que o sistema IV (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja) que sucedeu pastagens perene de estação quente foi a alternativa de menor risco. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS et al. (2004), avaliando sistemas de rotação de culturas para trigo, em Passo Fundo, de 1994 a 1997. Neste caso, o sistema trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja dominou os demais sistemas estudados. No estudo de AMBROSI et al. (2001), sobre sistemas de produção mistos (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho), durante seis anos, sob sistema plantio direto, em Passo Fundo, RS, e por SANTOS et al. (2000), sobre sistemas de rotação de culturas para trigo (trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, ou trigo/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993), durante dez anos, sob sistema plantio direto, em Guarapuava, PR, incluindo intervalo de um inverno de rotação, foram os sistemas que proporcionaram maior lucratividade e menor risco, relativamente aos demais sistemas estudados.

Parte da explicação do porque o sistema IV foi o mais rentável encontra-se no trabalho de SANTOS et al. (2001), no qual as espécies cultivadas em seqüência, como a aveia branca (SANTOS & FONTANELI, 2003) e o trigo, no inverno, e a soja (SANTOS et al., 2003), no verão, apresentaram rendimento de grãos mais elevados após pastagens perenes. Pelo verificado, nesse estudo e em outros, o método da dominância estocástica apresentou maior nível de discriminação do que os métodos da média variância e da distribuição de probabilidade acumulada.

Como o risco tende a atuar como impedimento à adoção de práticas melhoradoras de sistemas de produção de grãos ou de rotação de culturas (MOUTINHO et al., 1978) por parte do agricultor, este trabalho permite que seja escolhida a integração da lavoura com a pecuária como prática economicamente viável, em relação a tão somente a lavoura ou à pecuária isoladamente, como por exemplo o sistema IV.

Com base nos fundamentos da rotação de culturas ou sistemas de produção de grãos e do sistema plantio direto, áreas imensas do Sul do Brasil foram protegidas e, conseqüentemente, tornaram-se sustentáveis pelo uso dessas práticas de manejo (SANTOS et al., 1998). Dessa maneira, a rotação de culturas ou sistemas de produção de grãos viabiliza o sistema plantio direto. Isso ocorre porque o sistema plantio direto, ao reduzir o número de operações agrícolas na lavoura, eleva conseqüentemente a receita líquida em relação ao manejo por meio de preparo convencional de solo (ZENTNER et al., 1991; BURT et al., 1994; HERNÁNZ et al., 1995; BORIN et al., 1997; GRAY et al. 1997; LÉGÈRE et al., 1997; SIJTSMA, et al., 1998).

CONCLUSÕES

Não é possível separar os sistemas estudados baseados na análise da receita líquida e da média variância. Entretanto, através da análise da distribuição da probabilidade acumulada da receita líquida e da análise da dominância estocástica, é possível separar o sistema IV (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja, após pastagem perene de estação quente) como mais lucrativo e de menor risco. Assim, lavoura, após pastagem perene de verão, pode apresentar aumento na rentabilidade e redução de riscos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa aos pesquisadores Fontaneli e Santos.

REFERÊNCIAS

- AMBROSI, I.; FONTANELI, R.S. Análise de risco de quatro sistemas alternativos de produção integração lavoura/pecuária. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v.2, n.3, p.129-148, 1994.
- AMBROSI, I. et al. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1213-1219, 2001.
- BORIN, M. et al. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.40, n.3-4, p.209-226, 1997.
- BURT, E.C. et al. Energy utilization as affected by traffic in a conventional and conservation tillage system. **Transactions of the Asae**, St. Joseph, v.37, n.3, p.759-762, 1994.
- CARPENEDO, V., MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n.1, p.99-105, 1990.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – CFSRS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.
- CRUZ, F.R. da. **PACTA - Programa de Avaliação Comparativa de Tecnologias Alternativas**: guia do usuário, versão 2. Brasília: EMBRAPA-DDM, 1980. 7p.
- FONTANELI, R.S. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.
- GRAY, A.W. et al. Economic and financial viability of residue management: an application to the Texas High Plains. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.10, n.1, p.175-183, 1997.
- HARRIS, R.F. et al. Dynamics of soil aggregation. **Advance in Agronomy**, New York, v.18, p.107-169, 1966.
- HERNÁZ, J.L. et al. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.35, n.4, p.183-198, 1995.
- LÉGÈRE, A. et al. Response of spring barley to crop rotation, conservation tillage, and weed management intensity. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.4, p.628-638, 1997.
- MOUTINHO, D.V. et al. 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. et al. 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 et al. Análise de risco de sistemas de rotação de culturas com triticales, sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.375-383, 1998.
- SANTOS, H.P. dos et al. Análise econômica de sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, sob plantio direto, em Guarapuava, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2175-2183, 1999a.
- SANTOS, H.P. dos et al. Análise de risco em quatro sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.519-526, 1999b.
- SANTOS, H. P. dos et al. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.3, p.645-653, 2001.
- SANTOS, H.P. dos et al. Risco de sistemas de rotação de culturas de inverno e verão, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.37-42, 2000.
- SANTOS, H.P. dos et al. Lucratividade e risco de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.97-103, 2004.
- SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. Rendimento de grãos de aveia branca em sistemas de produção envolvendo pastagens anuais e perenes, sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.8, n.1, p.123-128, 2003.
- SANTOS, H. P. dos et al. Efeito de pastagens anuais e perenes no rendimento de grãos de soja, sob plantio direto. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 2., 2003. **Produzindo em harmonia com a natureza**: resumos expandidos e posteres. Fóz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha; Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentavel, 2003. V.2, p.201-203.
- SIJTSMA, C.H. et al. Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on a farm scale. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.49, n.3, p.223-231, 1998.
- STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 126p.
- ZENTNER, R.P. et al. Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.21, n.3-4, p.225-242, 1991.