

# Relação entre a diversificação agropecuária e os riscos de mercado<sup>1</sup>

Joelsio José Lazzarotto<sup>2</sup>  
Maurinho Luiz dos Santos<sup>3</sup>  
João Eustáquio de Lima<sup>4</sup>  
Aníbal de Moraes<sup>5</sup>

**Resumo:** No setor agropecuário brasileiro, há grande diversidade e elevada heterogeneidade de sistemas de produção, os quais costumam apresentar muitos fatores de risco. Embora esses riscos não possam ser completamente eliminados, eles podem ser minimizados mediante a adoção de algumas estratégias, como a diversificação, com atividades agrícolas e pecuárias. Assim, partindo de resultados históricos de pesquisas da agropecuária do Estado do Paraná, e utilizando como medidas principais dois coeficientes de risco (média da correlação simples e variância relativa), buscou-se analisar, de forma comparativa, a contribuição de cada atividade agropecuária para a redução, ou não, dos riscos de mercado de dois sistemas produtivos diversificados: integração lavoura-bovinocultura de corte e produção vegetal. As análises apontaram que, em termos de curto prazo, a combinação de atividades agrícolas e de pecuária pode trazer boas vantagens para a redução da sensibilidade dos retornos econômicos diante das oscilações que ocorrem no mercado agropecuário.

**Palavras-chave:** correlação simples, retorno econômico, sistema de produção, variância relativa.

## Relationship between the agricultural diversification and the market risks

**Abstract:** In the Brazilian agriculture, there is a great diversity and heterogeneity of production systems that are subject to wide number of risk factors. Although the risks cannot be completely eliminated, they can be minimized by adopting some strategies, as the diversification with agricultural and cattle activities. Based on historical research results of Paraná's agriculture and using two risk coefficients (means of the simple correlation and relative variance) as main measurements, this study aimed to analyze, comparatively, the contribution of each agricultural activity for the reduction, or not, of the market risks in two diversified production systems: integrated crop-beef cattle and grain crops cultivation. It was observed that, in the short-term, the integrated crop-livestock system is the alternative that can bring interesting advantages in the reduction of the sensibility of the economic returns due to the oscillations in the agricultural market.

**Keywords:** simple correlation, economic return, farm system, relative variance.

<sup>1</sup> Original recebido em 8/12/2009 e aprovado em 25/2/2010.

<sup>2</sup> D. Sc. em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Soja, PR. E-mail: joelsio@cnpso.embrapa.br

<sup>3</sup> D. Sc. em Economia, professor do Departamento de Economia Rural, da Universidade Federal de Viçosa, MG. E-mail: mlsantos@ufv.br

<sup>4</sup> Ph. D. em Economia Rural, professor do Departamento de Economia Rural, da Universidade Federal de Viçosa, MG. E-mail: jelima@ufv.br

<sup>5</sup> D. Sc. em Zootecnia, professor do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, da Universidade Federal do Paraná, PR. E-mail: anibalm@ufpr.br

## Introdução

Os sistemas de produção no setor agropecuário brasileiro, além da grande diversidade e elevada heterogeneidade, tendem a ser cercados por muitos fatores de risco operacional e de mercado. Mesmo que não possam ser completamente eliminados, esses riscos podem ser minimizados por meio de algumas estratégias, como a diversificação agropecuária.

Apesar de essa diversificação ter capacidade para diminuir os riscos, no Brasil, práticas de especialização na produção de certos produtos ainda são adotadas de forma generalizada. A condução de sistemas produtivos baseados nessas práticas pode resultar em problemas significativos, tanto nos custos de produção quanto nos índices de produtividade (SANTOS et al., 1993).

A baixa diversificação de atividades pode, de certo modo, ser atribuída ao fato de que os produtores, para diversificarem seus sistemas produtivos, precisam de informações acerca da tecnologia e de quais atividades devem ser exploradas para capturar os reais benefícios em termos de resultados econômicos (POPP; RUDSTROM, 2000).

Este trabalho se pauta nessa linha, ou seja, na conjugação de atividades de produção animal com atividades de produção vegetal como estratégia que pode trazer grandes benefícios técnicos e econômicos ao produtor rural.

Operacionalmente, a integração lavoura-pecuária, que é uma estratégia de diversificação agropecuária, corresponde a sistemas em que há conjugação de atividades agrícolas com pecuárias, com um mínimo de interface entre si (MORAES et al., 2007). Esses sistemas podem apresentar várias vantagens, como: diversificação das fontes de receita, diminuição dos riscos de frustração de produção e/ou de preços e redução dos impactos negativos sobre o meio ambiente.

A despeito dos diversos estudos que demonstram as vantagens técnicas em combinar explorações vegetais com animais, no Brasil ainda é grande a carência de resultados que evidenciem os benefícios e os riscos econômicos da condução de práticas de integração agropecuária. Alguns trabalhos, como os elaborados por Kluthcouski et al. (2003) e Moraes et al. (2007), informam que, no País, embora seja baixa a utilização de sistemas de integração lavoura-pecuária, esses sistemas têm, a seu favor, a disponibilidade de enormes áreas com potencial para a exploração durante todo o ano.

Diante dessas inferências, e baseado na agropecuária paranaense<sup>6</sup>, buscou-se analisar, de forma comparativa, a contribuição de cada atividade agropecuária para a redução (ou não) dos riscos de mercado<sup>7</sup>, que cercam dois sistemas produtivos diversificados, denominados de “integração lavoura-bovinocultura de corte e produção vegetal”.

## Fundamentação teórica

Os pressupostos teóricos que nortearam a realização deste trabalho estão enquadrados em dois tópicos: a tomada de decisão sob condições de riscos e a teoria do portfólio.

### Tomada de decisão sob condições de riscos

No processo de tomada de decisão dos investidores, os riscos exercem papéis fundamentais. Conceitualmente, o termo risco pode ser definido como uma medida do grau de incerteza com relação aos possíveis eventos futuros. Nesse caso, para quantificar o risco, são utilizadas medidas estatísticas, em que se destacam as distribuições de probabilidade (GITMAN, 2004; REILLY; BROWN, 2003; TRAVERS, 2004).

<sup>6</sup> Optou-se por trabalhar com o Paraná por duas razões: 1) o Estado responde por expressiva parcela da produção agropecuária nacional; e 2) no Paraná, existem dados de pesquisas técnicas de vários anos acerca dos sistemas de integração lavoura-pecuária.

<sup>7</sup> Neste estudo, os riscos de mercado estão vinculados aos problemas decorrentes de flutuações que podem ocorrer, ao longo do tempo, nos preços pagos e recebidos pelos produtores rurais.

Cumprir informar que, neste estudo, os riscos estão vinculados com a noção dos retornos que podem ser obtidos mediante a realização de determinados investimentos. Genericamente, o termo retorno pode ser visto como uma medida do total de ganhos (ou prejuízos) relativos a um dado investimento (GITMAN, 2004).

Como os investidores, em geral, não têm certeza sobre qual alternativa (ativo) de investimento proporcionará o maior retorno, eles tendem a tomar suas decisões com base no retorno esperado de cada alternativa. A estimativa do retorno esperado para determinado ativo corresponde à média ponderada dos possíveis retornos:

$$E(R_i) = \sum_{j=1}^n p_{ij} R_{ij}, \quad (1)$$

em que:

$E(R_i)$  é o retorno esperado do ativo  $i$ .

$R_{ij}$  representa cada possível retorno desse ativo.

$p_{ij}$  corresponde à probabilidade de ocorrência de  $R_{ij}$  (ELTON et al., 2003).

O risco, por sua vez, foi definido por Markowitz (1952) como sendo representado pela variância, que mede a dispersão dos possíveis resultados de um experimento em torno de seu valor esperado (ou média). Assim, o risco de um ativo  $i$ , de acordo com Elton et al. (2003), pode ser representado da seguinte forma:

$$\text{var}(R_i) = \sum_{j=1}^n p_{ij} [(R_{ij} - E(R_i))^2], \quad (2)$$

em que:

$\text{var}(R_i)$  é a variância do retorno do ativo  $i$ .

$E(R_i)$  é o retorno esperado desse ativo.

$R_{ij}$  representa cada possível retorno do ativo.

$p_{ij}$  é a probabilidade de ocorrência de  $R_{ij}$ .

Operacionalmente, é comum utilizar o desvio padrão, que corresponde à raiz quadrada

da variância, como medida do risco associado com um ativo. Portanto, com base no valor do desvio padrão, pode-se avaliar o grau de incerteza vinculado a determinado investimento (REILLY; BROWN, 2003).

Essas considerações teóricas evidenciam a necessidade de que, para a tomada de decisões, os investidores avaliem um amplo número de fatores que podem afetar os resultados. Nessa perspectiva, com base na teoria do portfólio, a seguir discorre-se sobre a otimização de carteiras de investimento visando obter melhores relações em termos de retornos e riscos.

## A teoria do portfólio

Segundo a teoria do portfólio, a diversificação de uma carteira de investimento pode constituir uma importante estratégia para reduzir riscos, ou seja, os investidores podem combinar ativos que, ao longo do tempo, diminuem as flutuações no retorno esperado do portfólio, sem lhe causar reduções significativas (HADAWAY, 1978).

Matematicamente, para uma carteira de investimento, o retorno esperado é dado pela média ponderada dos retornos esperados dos ativos individuais (ELTON et al., 2003):

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N w_i E(R_i), \quad (3)$$

em que:

$E(R_p)$  é o retorno esperado da carteira.

$w_i$  é a participação do ativo  $i$  na carteira, ou seja, a fração do portfólio que é investida no ativo  $i$ .

$E(R_i)$  é o retorno esperado desse ativo.

Com relação ao risco vinculado a uma carteira composta por  $N$  ativos, ele pode ser avaliado a partir da variância dos retornos dessa carteira. Nesse caso, essa variância depende de componentes associados com duas medidas: as variâncias individuais dos retornos de cada ativo

e as covariâncias entre os retornos dos ativos (MARKOWITZ, 1952):

$$Var(R_p) = \sum_{i=1}^N Var(R_i)w_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{s=1}^N w_i w_s Cov(R_i, R_s), \text{ sendo } i \neq s \quad (4)$$

em que:

$Var(R_p)$  é a variância dos retornos da carteira.

$Var(R_i)$  corresponde à variância dos retornos de cada ativo.

$w_i$  é a participação de cada ativo no portfólio, sendo  $\sum_{i=1}^N w_i = 1$  e  $w_i \geq 0$ .

$Cov(R_i, R_s)$  representa a covariância entre os retornos de dois ativos.

Os componentes de covariâncias, destacados em (4), permitem avaliar, por meio do sinal e da magnitude, se os retornos de dois ativos apresentam, ao longo do tempo, comportamentos distintos. Nesse sentido, para a diversificação de ativos resultar em maior efeito na minimização dos riscos, Markowitz (1952) assinala que os investidores deveriam investir em ativos que apresentam, entre si, altas covariâncias negativas.

## Metodologia

Esta seção está estruturada em três partes. Na primeira, são feitas considerações acerca do objeto de estudo. Na segunda, discorre-se sobre a análise da contribuição das atividades sobre os riscos de mercado. E na terceira, são apresentados os dados utilizados no trabalho.

## Considerações principais referentes ao objeto de estudo

Para a consecução do estudo, foram definidos dois sistemas: *produção vegetal*, que consiste na produção exclusiva de grãos (soja e milho no verão e trigo no inverno); e *integração lavoura-bovinocultura de corte*, sistema em que, em distintos períodos do ano, combina-se a produção de grãos (soja e milho no verão e trigo no inverno) com a produção de carne bovina (verão e inverno), de forma que, ao longo do ano, algumas áreas são exploradas com atividades agrícolas e outras com a pecuária. Nesse sistema, a atividade de pecuária inicia-se pela compra de bezerros, os quais, em período inferior a um ano, passarão pelas fases de recria e engorda<sup>8</sup>.

Os referidos sistemas constituem modelos bem ajustados à realidade da microrregião de Guarapuava, PR<sup>9</sup>, pois foram estruturados mediante consultas a pesquisadores do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná e da Cooperativa Agrária Agroindustrial, de Guarapuava, PR<sup>10</sup>. Essas instituições, há mais de uma década, vêm desenvolvendo uma série de pesquisas, principalmente de natureza técnica (o foco principal é a avaliação da estrutura técnica de produção), visando à identificação de alternativas de sistemas adequados à realidade agropecuária do Paraná.

## Análise da participação das atividades agropecuárias nos riscos de mercado

Definidos os dois sistemas, foi analisada a participação das atividades agropecuárias nos riscos de mercado. Essa análise consistiu em

<sup>8</sup> A fase de recria compreende o período desde a aquisição dos animais (com peso vivo de aproximadamente 180 kg) até o início da fase de engorda (com peso vivo em torno de 400 kg), fase esta que se estende até que os animais atinjam cerca de 450 kg de peso vivo.

<sup>9</sup> Essa microrregião, onde a agropecuária é a base do desenvolvimento, é bem representativa da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado paranaense.

<sup>10</sup> Neste estudo, presume-se que tecnicamente é viável explorar cada um dos sistemas de produção definidos, ou seja, na prática, a escolha de qual sistema será explorado depende apenas da preferência do produtor rural.

avaliar, durante o prazo de até um ano agrícola, os efeitos que as diferentes atividades agropecuárias causam sobre a variação dos retornos econômicos, que podem ser obtidos com as distintas alternativas de configuração de sistemas.

Sobre as séries de retornos econômicos alcançados pelos sistemas produtivos citados, foram calculados dois coeficientes de risco: a média da correlação simples ( $\Theta$ ) e a variância relativa ( $\beta$ ).

O coeficiente de correlação simples entre múltiplas atividades pode constituir, para o produtor rural, um bom indicativo do impacto que as alternativas de produção podem causar sobre os riscos de mercado que cercam o sistema de produção. Para tanto, de acordo com Popp e Rudstrom (2000), pode-se calcular a média dos coeficientes de correlação simples entre o retorno econômico de uma atividade e os retornos econômicos das demais atividades exploradas em determinado sistema. Os resultados indicam que quanto menor for a média dos coeficientes de correlação simples ( $\rho_{Ai}$ ) de uma atividade ( $A$ ) com todas as demais atividades ( $i=1,2,\dots,N$ ), maiores serão as possibilidades de que os riscos de mercado sejam reduzidos mediante a inclusão ou a ampliação da proporção da atividade  $A$  no sistema produtivo; o contrário também é verdadeiro. Matematicamente, essa média, que pode variar dentro do intervalo  $[-1;+1]$ , é representada como:

$$\Theta_A = \sum_{i=1}^N \rho_{Ai} / (N-1), \text{ sendo } A \neq i, \quad (5)$$

em que:

$\Theta_A$  é a média do coeficiente de correlação simples da atividade  $A$  com as demais atividades.

$\rho_{Ai}$  corresponde ao coeficiente de correlação simples<sup>11</sup> entre as atividades  $A$  e  $i$ .

A média dos coeficientes de correlação simples pode, portanto, ser usada como critério prévio de seleção de atividades a serem exploradas. Isso porque gera possibilidades de classificar um conjunto de atividades agropecuárias de acordo com seus níveis potenciais para ampliar (maior  $\Theta$ ) ou reduzir (menor  $\Theta$ ) os riscos de mercado (POPP; RUDSTROM, 2000).

Por sua vez, mediante o coeficiente de variância relativa ( $\beta$ ), pode-se verificar se a inclusão de cada atividade aumenta ou diminui a variância dos retornos econômicos do sistema produtivo, visto como um portfólio. Para tanto, são analisadas as matrizes de variâncias e covariâncias (*Var-Cov*) dos retornos associados com as diversas atividades exploradas nos distintos sistemas de produção. Matematicamente, o valor de  $\beta$  para uma atividade ( $A$ ) é obtido pela seguinte expressão:

$$\beta_A = \frac{\sigma_{Ap}}{\sigma_p^2}, \text{ sendo } \sigma_{Ap} = \sum_{j=A}^N w_j \sigma_{Aj} \text{ e} \quad (6)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{j=A}^N \sum_{i=A}^N w_j w_i \sigma_{ji},$$

em que:

$\beta_A$  é o valor do coeficiente  $\beta$  da atividade  $A$ .

$\sigma_{Ap}$  é a variância ponderada dos retornos econômicos da atividade  $A$ .

$\sigma_p^2$  é a variância dos retornos econômicos do sistema de produção, composto por  $N$  atividades agropecuárias.

$w_j$  é a participação média do custo total de cada atividade agropecuária no custo total<sup>12</sup> do sistema de produção  $\left( \sum_{j=1}^N w_j = 1 \text{ e } w_j \geq 0 \right)$ .

<sup>11</sup> O coeficiente de correlação simples entre as atividades  $A$  e  $i$  é dado pela expressão  $\rho_{Ai} = \frac{\sigma_{Ai}}{\sigma_A \sigma_i}$ , em que  $\sigma_{Ai}$  constitui a covariância entre os resultados econômicos das atividades  $A$  e  $i$ , e  $\sigma_A$  e  $\sigma_i$  representam os desvios padrão dos resultados econômicos relativos, respectivamente, às atividades  $A$  e  $i$ .

<sup>12</sup> Adotando um raciocínio de certa maneira similar àquele desenvolvido por Popp e Rudstrom (2000), neste trabalho o custo total é visto como um investimento de capital de curto prazo.

$\sigma_{ji}$  corresponde à covariância entre os retornos econômicos das atividades  $j$  e  $i$ .

Enquanto um valor de  $\beta_j$  maior do que 1 implica que a atividade  $j$  aumenta a variância dos retornos econômicos do sistema, um  $\beta_j$  menor do que 1 indica que a atividade  $j$  diminui a referida variância. Diante disso, pressupondo que os produtores rurais, em geral, possuem aversão ao risco, eles deveriam incluir, em seus sistemas, atividades com menores  $\beta$ s, ou diminuir a participação de atividades com altos  $\beta$ s até um nível em que os retornos médios ponderados estejam de acordo com as suas preferências em termos de relação risco/retorno (POPP; RUDSTROM, 2000).

Ao calcular o coeficiente  $\beta_A$ , obtém-se também o termo  $\frac{w_A \sigma_{Ap}}{\sigma_p^2}$ , que representa a contribuição relativa da atividade  $A$  para a variância total dos retornos econômicos do sistema no qual essa atividade está presente (POPP; RUDSTROM, 2000).

Sobre os coeficientes  $\Theta$  e  $\beta$ , cabe destacar que, embora este último seja mais difícil de ser obtido, ele representa uma medida mais completa para avaliar o impacto de cada atividade na variância dos resultados econômicos do sistema produtivo. A razão para isso é que, na matriz *Var-Cov*, estão presentes tanto os termos de variâncias quanto os de covariâncias dos retornos econômicos das atividades, que compõem determinado sistema (POPP; RUDSTROM, 2000).

Em termos operacionais, para chegar às estimativas dos coeficientes  $\Theta$  e  $\beta$ , foram seguidos três passos: 1) cálculo dos retornos econômicos das atividades agropecuárias comerciais, que compõem os dois sistemas de produção; 2) estimação das matrizes de variâncias e covariâncias dos referidos retornos; e 3) cálculo efetivo dos coeficientes.

Para obter os retornos, primeiramente foram calculadas as séries de receita total (RT), custo total (CT) e lucro total (LT). Para isso, utilizaram-se preços históricos mensais recebidos e pagos

pelos produtores, no período de janeiro de 1995 a agosto de 2007, totalizando 152 observações. Sobre essas séries, é importante salientar que, para fins de ampliação de dados amostrais, considerou-se que cada observação representa um suposto ano agrícola. Essa pressuposição justifica-se por três razões:

- A maior parte dos produtores, em cada ano agrícola, realiza apenas uma operação de venda relativa a cada um dos produtos agropecuários produzidos.
- Em cada ano agrícola, e para cada insumo, a maioria dos agricultores efetua somente uma operação de compra.
- Principalmente pela necessidade de conseguir amostras maiores, o que permite efetuar melhores estimativas acerca do comportamento e da variabilidade dos retornos econômicos ao longo do tempo.

Para elaborar as referidas séries, utilizaram-se também informações técnicas dos sistemas. Essas informações são referentes às produtividades e aos componentes tecnológicos (fatores de produção) empregados no ciclo produtivo. A respeito das produtividades, cabe destacar que, devido ao fato de que se buscou avaliar impactos da diversificação sobre os riscos de mercado, para todas as 152 observações, utilizaram-se as produtividades históricas médias das atividades agropecuárias.

Matematicamente, as séries obtidas de LT podem ser representadas da seguinte forma:

$$LT_{jt} = RT_{jt} - CT_{jt}, \quad (7)$$

em que:

$LT_{jt}$  é o lucro total da atividade  $j$ , no período  $t$ .

$RT_{jt}$  é a receita total dessa atividade, que é resultante da multiplicação do preço de venda pela produtividade do produto no período  $t$ .

$CT_{jt}$  é o custo total da atividade  $j$ , formado pelos custos fixos e variáveis no período  $t$ .

Os custos fixos são representados pelo somatório dos valores anuais associados, principalmente, com mão de obra permanente, depreciação, seguro e manutenção dos bens de capital. Por seu turno, os custos variáveis correspondem ao somatório dos gastos com insumos consumidos no processo produtivo, com operações agrícolas e com outros itens, como mão de obra temporária, assistência técnica, recepção do produto e Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR). Utilizando uma taxa mínima de atratividade (TMA)<sup>13</sup> real de 12,0% a.a., aos custos fixos e variáveis foram também adicionados, respectivamente, os custos de oportunidade dos capitais imobilizado e mobilizado (capital consumido no processo produtivo).

Com as séries de CT e LT, foram obtidos os retornos esperados, expressos pela relação LT/CT, para os dois sistemas. Esses retornos são representados pela seguinte equação:

$$E(R_{st}) = \sum_{j=1}^N w_j R_{jt}, \text{ sendo } R_{jt} = \frac{LT_{jt}}{CT_{jt}},$$

$$\sum_{j=1}^N w_j = 1 \text{ e } w_j \geq 0, \quad (8)$$

em que:

$E(R_{st})$  é o retorno esperado, para o período  $t$ , do sistema de produção composto por  $N$  atividades agropecuárias comerciais.

$w_j$  é a participação média do CT de cada atividade no custo total do sistema.

$R_{jt}$  corresponde ao retorno da atividade  $j$ , no período  $t$ .

Com base nas séries de retornos, foram estimadas as matrizes *Var-Cov* dos retornos econômicos de cada sistema:

$$Var - Cov = \sigma_p^2 = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N w_j w_i \sigma_{ji}, \quad (9)$$

em que:

$\sigma_p^2$  a variância dos retornos de cada sistema.

$w_j$  é a participação média do CT de cada atividade no CT do sistema.

$\sigma_{ji}$  é a covariância entre os retornos das atividades  $j$  e  $i$ .

As estimativas das matrizes em questão foram feitas com base nas amostras totais de dados. Pressupondo que os retornos das atividades que compõem os sistemas de produção estudados são normalmente distribuídos, foram estimadas as variâncias e as covariâncias mediante o emprego, respectivamente, das expressões (10) e (11).

$$\sigma^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_t - \bar{R})^2, \quad (10)$$

em que:

$\sigma^2$  é a variância dos retornos de uma determinada atividade, levando em consideração o total de observações disponíveis, que é igual a  $T$ .

$R_t$  e  $\bar{R}$  correspondem, respectivamente, ao retorno observado no período  $t$  e à média aritmética dos retornos dessa atividade.

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)(R_{jt} - \bar{R}_j), \quad (11)$$

em que:

$\sigma_{ij}$  é a covariância entre os retornos das atividades  $i$  e  $j$ , a partir do total de observações disponíveis.

$R_{it}$  e  $R_{jt}$  correspondem, respectivamente, aos retornos das atividades  $i$  e  $j$  observados no período  $t$ .

$\bar{R}_i$  e  $\bar{R}_j$  são as médias aritméticas, respectivamente, dos retornos das atividades  $i$  e  $j$ .

Finalmente, a partir dos retornos e das estimativas das *Var-Cov*, foram gerados os resultados dos coeficientes  $\Theta$  e  $\beta$ , mediante o emprego das equações (5) e (6).

<sup>13</sup> A TMA representa o retorno mínimo que a empresa deve obter em determinado projeto para que seu valor de mercado permaneça inalterado (GITMAN, 2004).

## Dados utilizados neste estudo

As informações técnicas para a estruturação dos modelos de sistemas estudados foram provenientes de resultados de pesquisas gerados pelo Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná e pela Cooperativa Agrária Agroindustrial de Guarapuava, PR.

Quanto aos dados históricos relativos aos preços recebidos e pagos, eles foram obtidos no Departamento de Economia Rural da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. Esses preços foram deflacionados, com o IGP-DI, para março de 2008.

## Resultados e discussão

Esta seção está organizada em duas partes. Na primeira, é feita uma breve caracterização dos dois sistemas: produção vegetal (PV) e integração lavoura-pecuária (ILP). Na segunda parte, é analisada a participação das atividades nos riscos de mercado.

## Caracterização dos sistemas de produção

Considerando que a disponibilidade de terra é condição imprescindível para a exploração agropecuária, foi fixada, para cada sistema, uma área de 300 ha, que é ocupada, ao longo do ano, com atividades comerciais e atividades-meio<sup>14</sup>. Na Tabela 1, ao serem comparados os

**Tabela 1.** Atividades comerciais, atividades-meio e indicadores técnicos nos dois sistemas.

Item		Período/ medida	PV	ILP
Atividades comerciais	Soja (ha)	Verão	200,0	160,0
	Milho (ha)	Verão	100,0	80,0
	Trigo (ha)	Inverno	100,0	80,0
	Bovinocultura de corte (cab)	Cab	0	495
Atividades-meio	Pastagem permanente de tifton (ha)	Verão	0,0	52,1
	Pastagem cultivada de aveia/azevém (ha)	Inverno	200,0	220,0
	Milho para silagem (ha)	Verão	0,0	7,9
	Confinamento (cab)	Cab	0	495
Indicadores técnicos médios	Produtividade média de soja	kg/ha	3.000	3.000
	Produtividade média de milho	kg/ha	8.500	8.500
	Produtividade média de trigo	kg/ha	2.500	2.500
	Peso de aquisição dos bezerros	kg de peso vivo	–	180
	Peso de venda dos animais para o abate	kg de peso vivo	–	450
	Fase de recria (pastagens)	Dia	–	270
	Fase de engorda (confinamento)	Dia	–	45
Tempo total (recria e engorda)	Dia	–	315	

Continua...

<sup>14</sup> Neste estudo, as explorações de carne bovina, milho, soja e trigo são definidas como atividades comerciais, pois têm como finalidades principais obter produtos comercializáveis. Por sua vez, as pastagens permanente e cultivada, o milho para silagem e o confinamento representam as atividades-meio, que visam viabilizar tecnicamente as produções relacionadas com as atividades comerciais dos dois sistemas.



**Tabela 1.** Continuação.

Item	Período/ medida	PV	ILP
Indicadores técnicos médios	Ganho de peso total/animal	kg de peso vivo	– 270
	Ganho médio de peso vivo	kg/animal/dia	– 0,86
	Lotação na pastagem permanente (verão)	Animais/ha	– 9,50
	Lotação na pastagem cultivada (inverno)	Animais/ha	– 2,25
	Total de animais	Cab	– 495
	Rendimento de carcaça	%	– 53,0
	Taxa de mortalidade de animais	%	– 1,0

Nota: neste trabalho, os períodos de verão e inverno representam, respectivamente, os períodos de novembro a abril e de maio a outubro.

sistemas de PV e ILP, constata-se que as áreas comerciais das atividades agrícolas são menores no sistema de integração, pois é necessário estabelecer áreas de pastagem permanente e de cultivo de silagem, que são destinadas à bovinocultura de corte.

Na composição dos sistemas, verifica-se ainda que, durante o inverno, enquanto na ILP toda a área é utilizada para o comércio, no sistema de PV apenas 33,3% da área é explorada com esse fim. Esse dado é plenamente justificado, pois, na região de Guarapuava, os produtores que adotam o sistema de PV e que apenas cultivam, de forma comercial, trigo no inverno tendem a explorar a triticultura em somente uma parte da área. Esse uso parcial é devido a problemas de rentabilidade e de riscos climáticos, que comumente cercam essa cultura.

A bovinocultura de corte, no sistema de ILP, abrange as fases de recria e engorda dos animais, fases que são efetuadas com a utilização de pastagens e confinamento. Nesse sistema, são adquiridos, anualmente, 495 bezerros. Com esse número, busca-se manter lotações que, tanto no verão quanto no inverno, não resultem em problemas técnicos, como compactação do solo e baixa oferta de alimentos para os animais.

Em relação às atividades-meio, é pertinente destacar alguns pontos:

- No verão, a pastagem permanente, que tem vida útil de cerca de 15 anos, visa basicamente a fornecer alimentos para os animais.
- No inverno, a pastagem cultivada com aveia e azevém, que é implantada sobre áreas de grãos e de pastagem permanente (sobressemeadura), possui diferentes objetivos: no sistema de PV, visa à produção de biomassa para a cobertura do solo e ao uso da técnica de plantio direto de grãos; e no sistema de ILP, além dos objetivos destacados para o sistema de PV, busca produzir alimentos para bovinos.
- A produção de milho para silagem, que está presente no sistema de ILP, tem por objetivo fornecer alimentos para os animais na fase de engorda.
- A fase de engorda é feita em confinamento, que é baseado em silagem e concentrado. O confinamento, cujo propósito é garantir que os animais atinjam o peso de abate planejado e com adequado acabamento de carcaça, é feito durante cerca de 45 dias.

Em termos tecnológicos, pode-se inferir que as atividades desenvolvidas nos dois sistemas são altamente tecnificadas. De acordo com a Tabela 1, e utilizando como referência os valores das produtividades agrícolas médias

estimadas pela Conab (2008) para o Paraná<sup>15</sup>, verifica-se que os sistemas de PV e ILP tendem a apresentar elevadas produtividades.

Com base na Tabela 1, observa-se ainda que os sistemas de PV e ILP apresentam as mesmas produtividades agrícolas. Isso resulta do fato de que, embora os dois sistemas apresentem algumas diferenças importantes na composição e na dinâmica de funcionamento, a tecnologia empregada na exploração das atividades agrícolas é similar nos dois sistemas.

De maneira geral, o excelente desempenho das atividades agropecuárias exploradas nos dois sistemas deve-se a três fatores principais: 1) na região de Guarapuava, PR, existem condições agroecológicas (terra e clima) muito favoráveis ao desenvolvimento da agropecuária de alto rendimento técnico; 2) os produtores que desenvolvem esses sistemas são, geralmente, muito propensos a empregar altos níveis tecnológicos; e 3) existe, na região estudada, adequado suporte em termos de assistência técnica.

## A participação das atividades agropecuárias nos riscos de mercado

Na Tabela 2, são apresentados os resultados econômicos, em valores esperados, para os dois sistemas de produção. Com base nesses resultados, nota-se que, em termos de desempenhos econômicos médios, os dois sistemas apresentam retornos muito próximos: 10,5% e 10,4%, respectivamente, na PV e na ILP.

**Tabela 2.** Valores anuais esperados para os sistemas de PV e ILP.

Sistema	RT (R\$)	CT (R\$)	LT (R\$)	LT/CT (%)
PV	786.339	711.747	74.592	10,5
ILP	1.181.381	1.070.060	111.322	10,4

Apesar da grande similaridade nos retornos médios, é pertinente enfatizar que, análises baseadas apenas nos resultados dispostos na

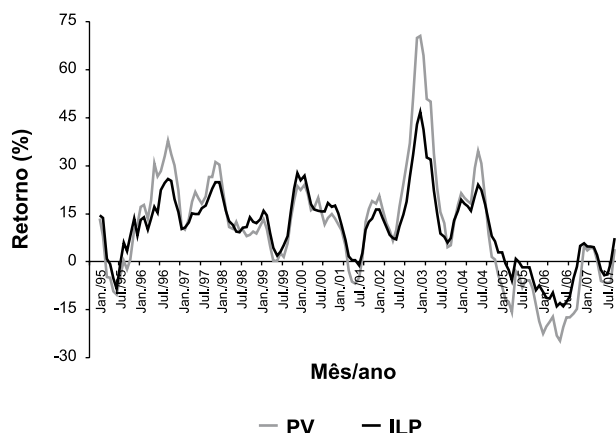
Tabela 2 tendem a ser muito limitadas, especialmente por desconsiderar as possíveis variações que, ao longo do tempo, podem ser observadas nos resultados dos distintos sistemas. Diante disso, a seguir são desenvolvidas avaliações em que são levadas em conta as variabilidades de desempenho, decorrentes de oscilações em fatores de mercado.

A Figura 1 apresenta as séries de retornos econômicos dos dois sistemas. Nela se percebe que os retornos apresentam grandes variações ao longo do tempo. O fato de as variações mais acentuadas serem evidenciadas no sistema de PV permite inferir que as atividades agrícolas (soja, milho e trigo), quando em situações de mercado favoráveis (maior relação entre preços recebidos e preços pagos), propiciam altos retornos, superando aqueles do sistema em que a atividade de pecuária está presente. No entanto, em situações de mercado desfavoráveis, as atividades agrícolas tendem a ser mais afetadas negativamente, provocando, assim, acentuadas quedas nos retornos do sistema. Essas constatações, de certa maneira, vão ao encontro dos achados de Canziani e Guimarães (2007), pois, ao estudarem a viabilidade econômica da pecuária de corte no sistema de ILP no Paraná, por meio da utilização de dados mensais compreendidos no período de 1996 a 2006, observaram que, quando os preços pagos pelos produtos agropecuários (milho, trigo e boi gordo) estão baixos, a pecuária aparece como alternativa mais rentável, especialmente para a safra de inverno. Por sua vez, nas situações em que todos os preços desses produtos estão altos, as atividades agrícolas, em geral, resultam em maiores retornos em relação à pecuária. Portanto, ao incluir a atividade de pecuária no sistema que antes era especializado na produção vegetal, tende-se a reduzir o tamanho das variações na série de retornos.

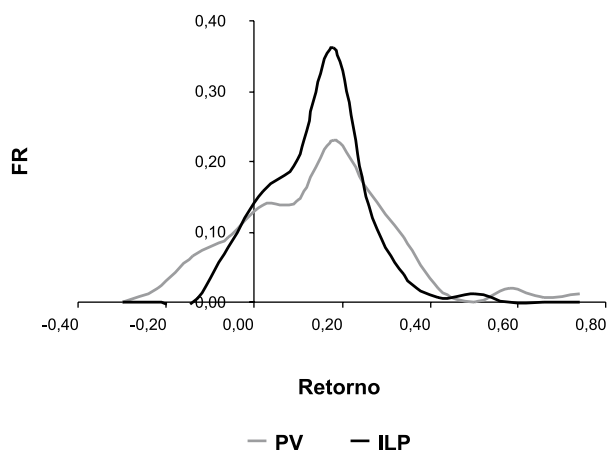
Sobre as séries de retornos, foram calculadas, também, as distribuições de frequências relativas (FR). Analisando a Figura 2, percebe-se

<sup>15</sup> Na última década, as produtividades médias de soja, milho e trigo no Paraná foram, respectivamente, de 2.713 kg/ha, 4.949 kg/ha e 1.767 kg/ha (CONAB, 2008).

claramente que o sistema de ILP, em comparação com o de PV, apresenta menor variabilidade nos seus retornos. Isso porque, para retornos médios muito semelhantes (10,4% e 10,5%), os dois conjuntos de dados são claramente diferentes, sendo mais dispersos no sistema de PV.



**Figura 1.** Séries de retornos econômicos (LT/CT) dos sistemas de PV e ILP.



**Figura 2.** Representações das frequências relativas das séries de retornos (LT/CT).

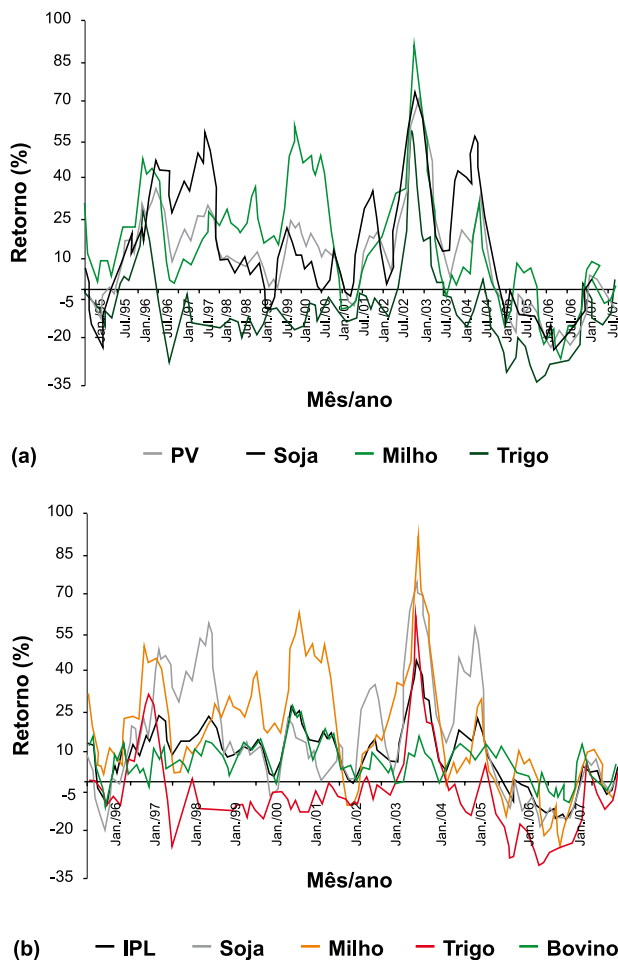
Em síntese, as Figuras 1 e 2 informam que, em termos econômicos, a combinação entre atividades agrícolas e de pecuária pode trazer muitas vantagens, especialmente por propiciar, em curto prazo, adequados retornos e reduzir

a instabilidade na renda do produtor rural. No entanto, para dar suporte às discussões já efetuadas, é importante avaliar as contribuições das diferentes atividades agropecuárias para a redução (ou não) dos riscos de mercado que cercam os dois sistemas de produção (PV e ILP).

Pela Figura 3, pode-se observar que, nos dois sistemas, as atividades agrícolas apresentam comportamentos semelhantes, ou seja, os comportamentos dos retornos da soja, do milho e do trigo explorados no sistema de PV são similares àqueles dessas mesmas atividades desenvolvidas na ILP. Essas semelhanças são plenamente justificadas pelo fato de que, nos dois sistemas, emprega-se a mesma tecnologia de produção agrícola. Ainda a respeito dessas atividades, é pertinente fazer dois comentários: 1) o trigo é a cultura com mais problemas de rentabilidade, pois, na maior parte do período analisado, apresentou retornos negativos; e 2) na maioria das oscilações se nota que, tanto na PV quanto na ILP, os retornos das três culturas agrícolas seguem movimentos bastante similares. Para os retornos da atividade de pecuária, que são aparentemente mais estáveis que aqueles das atividades agrícolas, não existe tanta clareza de que sigam movimentos similares aos retornos das atividades de produção de grãos.

Essas análises referentes à Figura 3 sugerem que a combinação de atividades no sistema de PV propicia, em relação àquela do sistema de ILP, menores benefícios associados com a redução dos riscos não sistemáticos, isto é, que poderiam ser minimizados por meio da diversificação agropecuária.

As considerações feitas a partir da Figura 3 são corroboradas pelos coeficientes que medem as correlações simples médias entre as atividades presentes nos dois sistemas. Pelos resultados expostos na Tabela 3, evidencia-se que as maiores correlações positivas estão associadas com as séries de retornos esperados das três atividades agrícolas. Para o caso da bovinocultura de corte, foi estimada uma correlação média positiva menor que aquelas obtidas para as demais atividades.



**Figura 3.** Séries de retornos esperados (LT/CT) das atividades e sistemas de PV(a) e ILP(b).

Portanto, embora a atividade de pecuária propicie retornos que, ao longo do tempo, tendem a seguir a mesma direção daqueles associados com as atividades agrícolas, mesmo que com menores similaridades nos movimentos, existem, de acordo com a Tabela 3, benefícios em combinar a produção vegetal com a animal. Quando incluída no sistema especializado em lavouras comerciais, a bovinocultura de corte constitui a atividade com maior poder de contribuir com a redução da variabilidade dos retornos do sistema em geral.

Finalmente, para confirmar ou não as discussões analíticas associadas com a Figura 3 e com a Tabela 3, é fundamental avaliar os resultados em termos de coeficientes de variância

**Tabela 3.** Correlações simples médias entre as séries de retornos esperados (LT/CT) das atividades constantes dos sistemas de PV e ILP.

Sistema	Soja	Milho	Trigo	Bovino
PV	0,545	0,596	0,594	Ausente
ILP	0,504	0,579	0,456	0,389

relativa ( $\beta$ ), pois esses representam, segundo Popp e Rudstrom (2000), a medida mais completa para avaliar a participação de cada atividade na variância dos resultados do sistema produtivo. Com base na Tabela 4, pode-se concluir que a atividade de pecuária é a que apresenta maior contribuição para reduzir os riscos de mercado que cercam os retornos do sistema de ILP. Isso decorre do fato de que o coeficiente  $\beta$  médio da bovinocultura de corte, além de ser menor do que 1, indicando que a atividade diminui a variância dos retornos do sistema, foi o menor (0,45) entre todos aqueles das atividades que fazem parte da ILP. Sobre as atividades agrícolas, tanto na PV quanto na ILP, a triticultura, embora tenda a apresentar, ao longo do tempo, rentabilidade negativa, é a única que contribui para reduzir a variância em questão.

**Tabela 4.** Coeficientes de variância relativa e contribuições das atividades para a variância dos retornos esperados (LT/CT) dos sistemas de PV e ILP.

Sistema	Medida estatística	Soja	Milho	Trigo	Bovino
PV	Participação no custo total (%)	48,84	32,80	18,37	Ausente
	Coefficiente de variância relativa médio	1,13	1,03	0,60	Ausente
	Contribuição para a variância média (%)	55,40	33,63	10,97	Ausente
ILP	Participação no custo total (%)	25,48	17,11	9,44	47,97
	Coefficiente de variância relativa médio	1,69	1,62	0,83	0,45
	Contribuição para a variância média (%)	42,94	27,74	7,86	21,45

Ainda a respeito dos dados dispostos na Tabela 4, é possível fazer três comentários, em que são analisadas as relações entre a participação no custo total e a contribuição de cada atividade para a variância média dos retornos esperados dos dois sistemas citados: 1) as culturas de soja e milho aumentam os riscos de mercado nos dois sistemas, pois as contribuições dessas atividades para a variância dos retornos são superiores às participações no custo total; 2) nos sistemas de PV e de ILP, o trigo é a única atividade agrícola que contribui para diminuir os riscos de mercado, haja vista que os valores da participação no custo total são maiores que os da contribuição para a variância média; e 3) a bovinocultura de corte apresenta maior potencial de redução dos riscos de mercado que cercam o sistema de ILP, pois, se, por um lado, responde por quase 50% do custo total, por outro, contribui com apenas 21,45% para a variância média dos retornos esperados.

Em síntese, todas as análises envolvendo os impactos das atividades agropecuárias sobre os riscos de mercado conduzem à mesma conclusão: os retornos esperados do sistema de ILP, em relação aos do sistema de PV, apresentam menor volatilidade diante das variações em fatores de mercado. Assim, é de se esperar que, nas situações mais desfavoráveis do mercado, e considerando as características e as dinâmicas de funcionamento dos sistemas, o produtor que optar pelo sistema de PV, em relação ao de ILP, fique mais sujeito a deparar com maiores perdas em termos de rentabilidade.

## Conclusões

Os sistemas de produção agropecuária estudados, embora apresentem muitos componentes tecnológicos em comum, possuem diferenças bastante expressivas. Essas diferenças se devem, sobretudo, à composição das atividades. Enquanto o sistema de PV só contempla atividades agrícolas, o de ILP é mais diversificado, possuindo atividades agrícolas e de pecuária. Ademais, a ILP tende a ser um sistema mais complexo, pois exige, por parte do produtor rural, mais conhecimentos técnicos e

mercadológicos, associados com explorações vegetais e animais.

A partir da avaliação dos comportamentos dos retornos econômicos dos dois sistemas, pode-se inferir que, no setor agropecuário, as mudanças em fatores de mercado tendem a causar impactos altamente significativos sobre os resultados esperados, pois, entre intervalos de um ano agrícola, esses resultados podem apresentar grandes variações. Esse tipo de constatação, de certa forma, ressalta a grande necessidade de os produtores rurais adotarem estratégias diferenciadas, relacionadas com a compra de insumos, a produção e/ou a comercialização, visando a minimizar as influências desses fatores. Dentre essas estratégias, podem ser citadas a diversificação da produção e as vendas efetuadas por meio de contratos que apresentem garantias de preços.

A análise das contribuições das atividades agropecuárias para a redução (ou não) dos riscos de mercado evidenciou que o sistema de ILP, em relação ao de PV, tende a apresentar resultados econômicos mais favoráveis, graças, em grande parte, à combinação das atividades. Na ILP, notou-se que a atividade de pecuária é aquela que mais contribui para reduzir a variância dos retornos. Por seu turno, das atividades agrícolas (soja, milho e trigo), apenas o trigo apresentou algum poder de redução dessa variância nos dois sistemas.

Portanto, em termos econômicos, é possível inferir que a combinação de atividades agrícolas com a de pecuária pode, em curto prazo, trazer vantagens para a redução da sensibilidade dos retornos econômicos diante das oscilações do mercado agropecuário.

## Referências

CANZIANI, J. R.; GUIMARÃES, V. D. A. Análise da viabilidade econômica da pecuária de corte no "sistema de integração lavoura-pecuária" em substituição às culturas de trigo e milho safrinha no Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 1., 2007, Curitiba. **Palestras...** Curitiba: UFPR; UFRGS; Ohio State, 2007. 1 CD-ROM.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas de produtividade de grãos**: safra 1976/77 a

2006/07. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 13 jul. 2008.

ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; BROWN, S. J.; GOETZMANN, W. N. **Modern portfolio theory and investment analysis**. 6<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, 2003. 705 p.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004. 745 p.

HADAWAY, S. C. Diversification possibilities in agricultural land investments. **The Appraisal Journal**, Chicago, v. 46, n. 4, p. 529-537, 1978.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

MARKOWITZ, H. M. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, Berkeley, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; LANG, C. R. Sistemas de integração lavoura-

pecuária no subtropico da América do Sul: exemplos do Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 1., 2007, Curitiba. **Palestras...** Curitiba: UFPR: UFRGS: Ohio State, 2007. 1 CD-ROM.

POPP, M.; RUDSTROM, M. Crop enterprise diversification and speciality crops. **Agricultural Finance Review**, Ithaca, v. 60, n. 1, p. 85-98, 2000.

REILLY, F. K.; BROWN, K. C. **Investment analysis and portfolio management**. 7<sup>th</sup> ed. Cincinnati: Thomson-South Western, 2003. 1162 p.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M.; DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: EMBRAPA TRIGO. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte: EMBRAPA-CNPT: FECOTRIGO: Fundação ABC, 1993. p. 85-103.

TRAVERS, F. J. **Investment manager analysis: a comprehensive guide to portfolio selection, monitoring, and optimization**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004. 384 p.