

AValiação DE RISCO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO COM DUPLA SAFRA EM CASCAVEL, PR

Mauro Osaki
TES/ESALQ e Pesquisador do CEPEA/ESALQ-USP
mosaki@usp.br

Lucilio Rogerio Aparecido Alves
Professor Doutor da ESALQ e Pesquisador do CEPEA/ESALQ-USP
lralves@usp.br

Geraldo Sant'ana de Camargo Barros
Professor Titular da ESALQ e Coordenador científico do CEPEA/ESALQ-USP
gscarro@usp.br

Renato Garcia Ribeiro
Pesquisador do CEPEA/ESALQ-USP
rg_ribeiro@yahoo.com.br

Fabio Francisco Lima
Pesquisador do CEPEA/ESALQ-USP
ffagro@gmail.com

Grupo de Pesquisa: 1 Comercialização, Mercados e Preços

Resumo

O presente material de pesquisa teve o objetivo de analisar o risco do sistema de produção de uma propriedade representativa de Cascavel (PR). Foram estudadas cinco possíveis sistemas de produção, combinando quatro produtos agrícolas (soja, milho, milho segunda safra e trigo) para as seis diferentes formas de uso do solo para a primeira e segunda safra. Os dados primários foram coletados via painel na região produtora durante oito safras (2006/07 a 2013/14). Para a avaliação do risco dos diversos sistemas foi empregada a técnica da simulação de Monte Carlo. O resultado mostrou que o sistema de produção com soja e milho na primeira safra apresenta maior rentabilidade e menor risco em comparação com outros quatro sistemas que intensificam o uso do solo com a segunda safra. A maior presença de milho no sistema de produção eleva a rentabilidade e o risco do sistema de produção, tanto para primeira e segunda safra. Tanto milho e trigo na segunda safra elevam o risco do sistema de produção a propriedade representativa de Cascavel.

Palavras-chave: análise de risco, simulação de Monte Carlo e sistema de produção agrícola

Abstract

This research aimed to analyze the risk of the production system of a representative farm of Cascavel (PR). The material studied five possible production systems, which combining four products (soybeans, corn, corn second crop and wheat) for the six different forms of land use for the first and second crop. The data were collected through panel in producing region for eight seasons (2006/07 to 2013/14). The risk assessment of the various systems was used for Monte Carlo simulation technique. The result showed that the production system with soybean and corn first crop has higher profitability and lower risk compared with other four systems that enhance the land use with the second crop. The greater presence of corn in the production system increases the profitability and the risk of the production system for first and second crop. Both corn and wheat in the second crop increase the risk of the production system representative property of Cascavel.

Key words: Risk analysis, Monte Carlo simulation and production system

1. Introdução

São consideráveis os riscos de produção e mercado a que está sujeita a agricultura. Esses riscos têm se agravado à medida que avançam os processos de mudança climática, de um lado, e de globalização, de outro. Uma das principais preocupações dos formuladores de política agrícola tem se voltado para o apoio ao produtor rural na função de gerenciamento de riscos. Este trabalho procura contribuir para a aferição dos riscos a que estão sujeitos os agricultores considerando a variabilidade da produtividade e das condições de mercado, tomando como objeto a propriedade rural, ou seja, o conjunto de atividades nela desenvolvidas e, não, culturas individuais, como é praxe. Assim, ao avaliar os riscos pode-se considerar as decisões alocativas tomadas pelos produtores no sentido de gerencia-los.

Algumas avaliações do risco envolvido nos diferentes sistemas de produção agropecuária, por meio do método de simulação de Monte Carlo, podem ser encontrados em trabalhos como de Shirota et al. (1987), Noronha e Latapia (1988), Araújo e Marques (1997), Ponciano et al. (2004), Arêdes et al (2007), Lima et al. (2007), Jobim et al. (2009), Adami (2010), Melo et al. (2012), Bonacim (2013), Asci et al (2014) e Pagliuca (2014).

Os trabalhos científicos concentraram o trabalho para estimar a rentabilidade e o risco da produção de grãos, como Arêdes et al. (2007), Lima et al. (2007) e Melo et al. (2012) que avaliaram a rentabilidade da produção de grãos utilizando o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Dentro as diversas pesquisas publicadas, notou-se que a maioria avalia o risco da atividade com apenas um ano safra, negligenciando o momento de compra dos insumos e o escalonamento da venda da produção para cada safra. Outro ponto observado trata-se que os trabalhos limitam a avaliação de risco do produto agrícola, ignorando os sistemas de produção de uma propriedade representativa.

Para tanto, este trabalho procurou preencher esta lacuna, tendo o objetivo de avaliar o risco dos diferentes sistemas de produção agrícolas de uma pequena propriedade. Os dados

provêm de levantamentos primários de oito safras (2006/07 a 2013/14). A avaliação concentrou-se os cinco possíveis sistemas de produção da propriedade, combinando quatro produtos agrícolas (soja, milho, milho segunda safra e trigo) para as seis diferentes formas de uso do solo para a primeira e segunda safra. Para avaliar o risco dos diversos sistemas foi empregada a técnica da simulação de Monte Carlo.

O local escolhido para o estudo foi uma propriedade representativa na região de Cascavel, que tem registrado mudanças significativas no sistema de produção desde a década 1990. Nessa época, os produtores alocavam suas áreas agrícolas entre soja e milho na primeira safra e o trigo na temporada de inverno. Com a introdução de novas cultivares de soja de ciclo curto e domínio do semeio direto na palhada (implemento agrícola, defensivos agrícolas e manejo da fertilidade), os produtores remodelaram o cronograma de cultivo na região Sul do Brasil com a introdução do milho como opção de segunda safra.

Este trabalho está estruturado em mais quatro seções além desta Introdução. Na seção dois é apresentada a revisão bibliográfica com descritivos do risco da atividade via Monte Carlo; na seção três é apresentada a fonte de dados, processamento de dados, modelo conceitual e o Método de Simulação de Monte Carlo; na quarta seção são apresentados e discutidos os principais resultados da pesquisa; enquanto que as considerações finais encontram-se na quinta seção.

2. Referencial teórico

2.1 Produção agropecuária sob condição de risco

Algumas avaliações do risco envolvido nos diferentes sistemas de produção agropecuária, por meio do método de simulação de Monte Carlo, podem ser encontrados em trabalhos como de Shirota et al. (1987), Noronha e Latapia (1988), Biserra (1994), Araújo e Marques (1997), Ponciano et al. (2004), Arêdes et al (2007), Lima et al. (2007), Jobim et al. (2009), Adami (2010), Melo et al. (2012) e Pagliuca (2014).

Shirota et al. (1987) analisaram o desempenho econômico de duas linhagens de matrizes de aves de corte, utilizando metodologia de orçamentação com a incorporação de simulação pelo método Monte Carlo. Foram testados três sistemas: matriz normal, matriz anã e matriz anã + 30% de lotação. O trabalho avaliou da parte do custo de produção o preço da ração para a fase de crescimento e de reprodução e, por outro lado, da receita, a produção de ovos. Os resultados obtidos permitiram afirmar que as às matrizes normais tem maior risco de apresentar custo de produção mais elevado que as matrizes anãs e matrizes anãs +30 de lotação.

Noronha e Latapia (1988) procuraram avaliar o que acontece com as estimativas de custo de produção agrícolas quando se consideram variações aleatórias em alguns coeficientes técnicos. Os dados secundários de custo de produção referem-se às regiões de Ribeirão Preto, Campinas, Sorocaba e Avaré. Foram simuladas variações nos itens de maior participação de custo de produção das culturas de feijão, trigo, milho, arroz e cana de açúcar. Os resultados da simulação Monte Carlo indicaram que as estimativas de custos operacionais podem ser subestimadas, quando se pressupõem coeficientes não aleatórios na produção. No caso, as melhores estimativas de custos ocorrem foram arroz irrigado com probabilidade de ocorrer de

15,56%, seguido por cana de açúcar na fase do plantio com 17,28% e cana de segundo corte com 16,45%, todas na região de Ribeirão Preto. Contudo, para todas as culturas e localidades, verificou-se alta probabilidade de acontecerem custos superiores ao valor estimado pela instituição governamental. Assim, os autores sugerem que a qualidade de estimativas pode ser aprimorada se os coeficientes técnicos de produção forem tomados como variáveis aleatórias e os indicadores de variação acrescentados às estimativas dos custos operacionais.

Biserra (1994) determinou a rentabilidade das unidades produtoras do perímetro Morada Nova (CE) sob condições de risco. O trabalho avaliou três formas de cobrança de tarifa de água. No primeiro considerou-se o valor da tarifa cobrada no perímetro no ano de 1987. O segundo admitiu-se que a tarifa cobraria apenas os custos anuais de administração, operação e manutenção. Por fim, o terceiro, a tarifa cobraria todos os custos, inclusive a amortização dos investimentos públicos. O resultado da simulação mostrou que o valor da tarifa cobrada em 1987 era altamente rentável para os produtores. Os prováveis valores dos indicadores econômicos estão sempre acima dos limites mínimos aceitáveis, não registrando risco de prejuízo nos três cenários. Contudo, se os produtores vierem a pagar a tarifa integral, cenário 3, enfrentarão problema, pois há risco de 35 a 38% dos casos registrar prejuízos.

Araújo e Marques (1997) avaliaram a rentabilidade de investimento feito pelos produtores de frango integrado sob quatro diferentes contratos. O modelo teórico utilizou como variáveis sujeitas à incerteza os coeficientes técnicos adotados na remuneração, tais como: taxa de mortalidade, conversão alimentar, ganho de peso e idade de abate. O trabalho variou os coeficientes técnicos alcançados pelos produtores em cada lote de frango produzidos, visando determinar o impacto das diferentes formas de remuneração na rentabilidade do investimento. Os resultados da simulação mostraram que mesmo sob condições de incerteza, em maior ou menor grau, os contratos garantem aos produtores uma atratividade para o capital investido.

Ponciano et al. (2004) pesquisaram determinar, mediante o cálculo, do valor presente líquido e da taxa interna de retorno, a viabilidade da produção de frutas na região Norte do estado do Rio de Janeiro, bem como identificar, usando o método de Monte Carlo, o risco de cada fruta analisada (manga indústria, goiaba, graviola, tangerina, pinha, coco, banana prata, abacaxi e maracujá). Os resultados da simulação mostram que a manga indústria e goiaba e manga consumo “in natura” registraram risco mais elevado de apresentar VPL negativo, respectivamente, 36,67%, 33,26% e 31,32%. Por outro lado, a probabilidade de VPL negativo na produção de abacaxi (0%), coco (0,23%), pinha (1,88%), maracujá (2,06%) e a graviola (2,87%) foram baixos. No caso da banana prata o risco de registrar VPL negativo foi de 13,89% e, tangerina de 17,58%. Dentro do grupo de frutas avaliadas, em ordem de importância, as que destacaram por apresentar maiores taxas internas de retornos foram o maracujá, a graviola, o abacaxi, a pinha, a goiaba, o coco, a banana prata, a tangerina, a manga para indústria e a manga consumo in natura.

Arêdes et al. (2007), Lima et al. (2007) e Melo et al. (2012) avaliaram a rentabilidade da soja utilizando o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Arêdes

et al. (2007) quantificaram o retorno e o risco de preço no cultivo de milho, soja e feijão no Estado do Paraná. Para todas as culturas avaliadas, a produção foi economicamente viável, especialmente para o cultivo da soja e do feijão, que apresentaram resultados econômicos positivos. Quanto ao grau de risco, os indicadores também foram favoráveis à produção das três culturas na análise de probabilidade de ocorrência dos indicadores, assim como para os seus valores mínimo, máxima, média, desvio-padrão, variância e modal. Logo, a produção soja, milho e feijão são economicamente viáveis, mesmo sob condições de risco.

Lima et al. (2007) estimaram a rentabilidade da soja no sistema convencional e semeio direto nos municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã na região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. Os autores identificaram, por meio da análise de sensibilidade, os itens de maior peso na determinação da rentabilidade, bem como o risco dos dois sistemas. O resultado revelou que o preço da soja foi identificado como a variável de maior efeito sobre a rentabilidade para os dois sistemas, seguido das operações mecânicas no sistema convencional e fertilizantes no semeio direto. O município de Campos dos Goytacazes ofereceu o menor risco econômico na condição do sistema de semeio direto.

Melo et al (2012) analisaram economicamente a produção de soja e do milho de primeira safra, por meio da avaliação dos riscos associados às duas culturas para o estado do Paraná. O modelo teórico utilizou como variáveis de risco preço e custos de produção dos produtos agrícolas. O resultado da simulação verificou que a rentabilidade das atividades é mais sensível ao preço do que aos custos, em ambas as atividades. Além disso, constatou-se que a soja apresenta maior possibilidade de prejuízo para menores níveis de risco. No entanto, à medida que o risco aumenta os resultados da receita líquida para a soja são melhores do que para o milho.

Jobim et al. (2009) avaliaram a viabilidade econômica de cultura irrigada. Jobim et al. (2009) analisaram a viabilidade da cultura do feijão irrigada, por pivô central, sob várias condições de risco econômico, numa propriedade situada na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos a partir do perfil dos cenários de risco - avaliados pela distribuição da probabilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR) - mostraram que a variação da depreciação do pivô e a variação da tarifa da energia elétrica consumida no sistema de irrigação não acarretam risco de inviabilizar a prática da irrigação do feijão. Contudo, a regulamentação da cobrança pelo uso da água, com a tarifa de consumo fixada em R\$ 0,02/m³, acarreta um risco de 4,09 % de inviabilizar economicamente a irrigação do feijão. Já, com a tarifa de R\$ 0,04 /m³ inviabiliza em 100 % a irrigação da lavoura do feijão.

Adami (2010) calculou retorno financeiro e o risco da citricultura no estado de São Paulo. O modelo teórico utilizou como variáveis de risco preço de insumos, preço da laranja, produtividade, taxa de câmbio e preço externo do suco de laranja concentrado congelado. O resultado encontrado mostrou que o investimento na citricultura é muito sensível à variação do preço recebido pela fruta, preço do insumo e produtividade da planta. A taxa de desconto abaixo de 4% a.a configura a viabilidade econômica da produção de citrus, por outro lado, uma taxa de desconto acima de 8% a.a inviabiliza a atividade citrícola.

Asci et al (2014) e Pagliuca (2014) determinaram o risco da cultura do tomate. Asci et al (2014) avaliaram a viabilidade econômica do tomate produzido na estufa na região da Flórida, EUA. O modelo teórico utilizou como variáveis de risco preço, custos de produção e produtividade do tomate para três situações: produção no campo, produção em estufa de alta tecnologia e produção em estufa regular (comum na região). O resultado da simulação mostrou que a produção em estufa de alta tecnologia é preferível frente à produção no campo e estufa regular. Pagliuca (2014) avaliou o risco financeiro para a produção de tomate de mesa para a região de Caçador (SC) e Mogi Guaçu (SP). O modelo de simulação utilizaram os indicadores econômicos como Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Para mensurar o risco financeiro realizou-se uma análise de probabilística da receita líquida operacional que foi simulado pelo método Monte Carlo. O risco econômico do negócio em cada propriedade típica foi calculado pela probabilidade do VLP ser negativo. O trabalho avaliou três modelos distintos de produção de tomate: pequena, média e grande. O resultado encontrado sinalizou que a três propriedades representativas se mostraram viáveis. Contudo, o risco financeiro foi elevado para ambas regiões, ficando em 37,23% para Caçador e 32% para Mogi. O risco econômico foi menor se comparado ao financeiro, em ordem decrescente, a pequena propriedade apresentou 16,8% de probabilidade de VLP negativo, seguido por 10,3% para a grande e, praticamente nula para media escala situada em Mogi Guaçu.

Assim, dos diversos trabalhos pesquisados anteriormente, observou-se dois pontos chaves, sendo uma para a avaliação de risco da atividade com apenas um ano safra, ignorando o momento de compra dos insumos e o escalonamento da venda da produção para cada safra. Outro ponto trata-se que os trabalhos limitam a avaliação de risco por produto agrícola, ignorando os sistemas de produção de uma propriedade representativa.

3. Material e método.

3.1 Fonte de dados e processamento

A propriedade representativa ou típica de uma estrutura de produção agrícola deve reunir as características de um grupo de produtores de uma dada região que utilizam as mesmas tecnologias (Elliot, 1928, Plaxico e Tweeten, 1963, e Feuz & Skold, 1991). Essas principais características devem abarcar o tamanho, a produtividade, a tecnologia, a combinação de atividades, o sistema de produção e a organização do trabalho nas propriedades da região em estudo (Norton e Hazell, 1986 e Deblitz et al., 1998). O critério de escolha do local para a coleta da informação de uma propriedade agropecuária representativa deve espelhar a principal região produtora do produto pesquisado, prevalecendo o sistema de produção e a combinação de atividade, terra e recursos mais comum naquela região (Deblitz et al., 1998).

Deblitz et al (1998) e De Zen (2002) sugerem que essa técnica seja aplicada em um grupo composto por um ou mais pesquisadores, um profissional local (consultor) e 5 a 10 produtores, que preenchem em consenso uma planilha eletrônica. O grupo detalha o tamanho

da propriedade (área agrícola, área de pastagem, área de reserva legal e preservação permanente), número de máquinas, equipamentos, benfeitorias e mão de obra (fixa e temporária), preços médios das máquinas e implementos, rendimentos da produção agrícola e valor de venda da produção. Em seguida, são descritos os passos do processo de produção na propriedade, tais como: coeficientes técnicos relacionados ao tempo de uso das máquinas e equipamentos e quantidade de insumos, de horas trabalhadas. A partir dessas informações, determinam-se o custo com insumos, operações mecânicas, custo fixo e a receita bruta da propriedade.

Os dados primários foram levantados via o método painel no sindicato de produtores rurais de Cascavel no final do ano safra. O levantamento primário foi realizado na data de 4 de abril de 2007 para a safra 2006/07; 15 de março de 2008 para a safra 2007/08; 8 de junho de 2010 para a safra 2009/10; 29 de junho de 2011 para a safra 2010/11; 11 de julho de 2012 para a safra 2011/12; 27 de agosto de 2013 para a safra 2013/14 e 20 de agosto para a safra 2013/14. O tamanho da propriedade representativa de Cascavel é de 65 ha, tendo a área ocupada com soja, milho verão e segunda safra e trigo. Essas atividades são realizadas por um conjunto de três tratores e uma colhedora de grãos. O quadro de funcionário é composto por dois tratoristas, um safrista e dois membros da família. A estrutura física é a mesma as oito temporadas avaliadas (2006/07 a 2013/14). Os valores médios de referencia de cada safra foram corrigidos pelo IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna, consultado em <http://www.ipeadata.gov.br>) para o mês de dezembro de 2014.

Os dados primários de oito temporadas foram tratados estatisticamente, os quais se avaliaram a distribuição probabilística com 5000 interações dos principais itens que compõem o custo operacional (Fertilizantes, sementes tratadas, herbicidas, fungicidas, outros insumos – adjuvantes e espalhante adesivo, operação mecânica, serviços terceirizados, mão de obra, despesa geral da fazenda e miscelâneos – imposto sobre comercialização, assistência técnica, seguro e juros sobre capital de giro), da Receita bruta e da Receita Líquida Operacional.

Para avaliar o risco dos cinco possíveis sistemas de produção da propriedade, determinou-se a combinação dos quatro produtos agrícolas nos seis diferentes tipos de uso do solo para a primeira e segunda safra (Tabela 1). O sistema de produção 1 (Sistema 1) compreende a combinação da soja e milho na primeira safra e sem cultivo de segunda safra. O sistema inicia com o cultivo de 100% da área com soja, seguido pela combinação de 80% de soja e 20% de milho; 60% e 40%; 40% e 60%; 20% e 80% e finaliza com milho 100%. O sistema de produção 2 (Sistema 2) combina soja na primeira safra e milho na segunda safra, ambas ocupando 100% da área. Em seguida, a combinação de 80% da área de soja e 20% de milho no período de verão e 80% de milho e 20% de trigo na segunda safra. A última combina 100% da área com milho no verão e 100% de trigo na segunda safra. O sistema produção 3 (Sistema 3) combina a produção de soja e milho no verão na primeira safra e somente o milho na segunda safra. A área da segunda safra segue a mesma proporção de uso da soja cultivada na primeira temporada. O sistema de produção 4 (Sistema 4) combina a produção de soja e milho na primeira safra e somente o milho na segunda safra. Para o cultivo da última temporada, o milho ocupa toda área independente da combinação da primeira safra.



Por fim, o sistema de produção 5 (Sistema 5) segue o mesmo raciocínio do sistema anterior, mas substitui o milho por trigo na segunda safra.

Tabela 1. Combinação de uso de área de cultivo para cada safra e sistema de produção da propriedade representativa de Cascavel.

Sistemas	Safra	Uso da área de cultivo						
		Lavoura	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
Sistema 1	Primeira	Soja	100%	80%	60%	40%	20%	0%
		Milho verão	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	Segunda	Milho segunda safra	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Trigo	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sistema 2	Primeira	Soja	100%	80%	60%	40%	20%	0%
		Milho verão	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	Segunda	Milho segunda safra	100%	80%	60%	40%	20%	0%
		Trigo	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Sistema 3	Primeira	Soja	100%	80%	60%	40%	20%	0%
		Milho verão	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	Segunda	Milho segunda safra	100%	80%	60%	40%	20%	0%
		Trigo	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sistema 4	Primeira	Soja	100%	80%	60%	40%	20%	0%
		Milho verão	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	Segunda	Milho segunda safra	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Trigo	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sistema 5	Primeira	Soja	100%	80%	60%	40%	20%	0%
		Milho verão	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	Segunda	Milho segunda safra	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Trigo	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados de pesquisa – elaborados pelos autores.

3.2 Modelo conceitual

Neste estudo, o modelo conceitual estima os indicadores econômicos considerando os riscos climáticos e econômicos da atividade. Conceitualmente, tem-se:

$$ROL_i = \sum_{i=1}^n RB_i - CO_i$$

Em que:

$RLO_i = f(ROL_i)$: Distribuição cumulativa de probabilidade da receita líquida operacional do i -ésimo produto utilizado no sistema de produção;

$RB_i = f(RB_i)$: Distribuição cumulativa de probabilidade da receita bruta do i -ésimo produto utilizado no sistema de produção;

$CO_i = f(CO_i)$: Distribuição cumulativa de probabilidade do custo operacional do i -ésimo produto utilizado no sistema de produção;

Definições dos indicadores econômicos avaliados no estudo são os seguintes: o custo operacional (CO) é soma dos valores gastos durante o processo de produção, sendo composto com fertilizantes, sementes tratadas, herbicidas, fungicidas, outros insumos (adjuvantes e espalhante adesivo), operação mecânica, serviços terceirizados, mão de obra, despesa geral da fazenda e miscelâneos – imposto sobre comercialização, assistência técnica, seguro e juros sobre capital de giro. A receita bruta (RB) é a soma dos valores dos produtos agrícolas negociados pela propriedade durante a safra agrícola em avaliação. A receita operacional líquida é a diferença entre receita bruta e custo operacional.

3.3 Monte Carlo

O método Monte Carlo foi originalmente desenvolvido pelo Hertz (1964) e posteriormente pelos técnicos da área financeira. O processo de simulação baseia-se na frequência relativa de ocorrência do acontecimento de certo fenômeno ou indicador econômico selecionado aproximar-se da probabilidade de ocorrência, quando a experiência é repetida várias vezes e assumem-se valores aleatórios dentro dos limites estabelecidos (HERTZ, 1964). Este método de simulação reside em construir e simular modelos matemáticos e estatísticos, podendo ser realizado de diversas maneiras. Mas as formas mais aplicadas são por meio computacionais, que exigem conhecimentos apurados de estatística e programação.

O método Monte Carlo tem objetivo de determinar situações econômicas alternativas por meio de projeções de valores aleatórios, mas dentro do limite imposto pela distribuição das variáveis (HERTZ, 1964).

Noronha (1987) sugere uma sequência de cálculos para a realização da simulação de Monte Carlo: (1) Identificar a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes ao estudo; (2) Selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade; (3) Calcular o valor do indicador de escolha cada vez que for feito o sorteio indicado no item 2; (4) Repetir o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador de escolha. Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

Ichihara (2003) considera que o método Monte Carlo é o mais simples ao comparar com outros métodos que utilizam a probabilidade na análise de risco. Contudo, dois problemas devem ser destacados, sendo o primeiro refere-se à etapa de definição da distribuição de probabilidade e o segundo trata-se da obtenção de valores ao acaso. No primeiro caso, trata-se da dificuldade de determinar algebricamente a função da distribuição dos preços do produto de maior relevância. Assim, para contornar o problema, muitos trabalhos assumem como *proxy* as distribuições de preço como distribuição normal, que toma como base no teorema de grande números. Há outros trabalhos, a exemplo de Shirota et al. (1987) e Ponciano *et al.* (2004), que assumem distribuição triangular, que tem as funções definidas pelo nível médio mais provável ou moda, mínimo e máximo, o que é importante quando não se dispõe de conhecimento suficiente sobre as variáveis. No segundo problema apontado por Ichihara (2003), mesmo os números sejam gerados de forma aleatória no limite

de distribuições pré-determinada, a dificuldade está em encontrar a relação de interdependência entre as variáveis, visto que a covariância de alguns produtos não é nula.

Para Escudeiro (1973) e Blank e Tarquin (2008) definem o método como substituto do estudo de um processo não estocástico por um modelo probabilístico que possa avaliar problemas determinísticos por meio de uma série de amostragens aleatórias.

O trabalho assumiu as seguintes variáveis, sendo o custo com fertilizantes, sementes tratadas, herbicidas, fungicidas, outros insumos (adjuvantes e espalhante adesivo), operação mecânica, serviços terceirizados, mão de obra, despesa geral da fazenda e miscelâneas – imposto sobre comercialização, assistência técnica, seguro e juros sobre capital de giro, receita bruta e receita líquida operacional como fator de risco.

Para essas séries foram calculados os parâmetros médios, desvio padrão, coeficiente de variação e matriz de correlação para cada sistema de produção, bem como as funções de distribuição de probabilidade. Em seguida, simulou-se a partir do Método Monte Carlo. Todos os procedimentos de análise de riscos foram realizados valendo-se do software @risk versão 6 e foram geradas 5000 interações para cada variável de cada sistema de produção.

4. Resultados e Discussões

Nesta seção, os resultados encontrados foram divididos em duas partes. Na primeira foi organizada a descrição estatística dos indicadores econômicos utilizados na pesquisa. O segundo descreve o risco do sistema de produção da propriedade representativa

4.1 Estatística descritiva dos indicadores econômicos

Parâmetros das funções de distribuição de frequência estimadas para as variáveis de risco que compõem o custo de produção das lavouras de soja, milho e trigo da propriedade representativa. A Tabela 2 reúne os dados estatísticos das variáveis que definem o custo de produção da lavoura de soja, milho e trigo da propriedade representativa de Cascavel de oito safras (2006/07 a 2013/14).

Tabela 2 – Identificação e distribuição de probabilidades das variáveis que determinam o custo de produção da propriedade representativa de Cascavel (PR), safra 2006/07 a 2013/14.

soja				
Descrição da variável	Distribuição	Média	Moda	Mediana
Fertilizante	Valor Extremo	374,54	333,65	359,62
Sementes tratadas	Valor Extremo	209,83	193,25	203,78
Herbicida	Normal	106,26	105,22	105,7
Inseticida	Valor Extremo	93,63	82,2	89,46
Fungicida	Normal	123,985	123,985	123,985
Outros insumos	Valor Extremo mínimo	40,089	46,265	41,756
Operação mecânica	Valor Extremo mínimo	228,46	255,03	237,6
Serviços terceirizados	Valor Extremo	79,88	62,59	73,56
Mão de obra	Valor Extremo	151,47	120,7	140,24
Despesa geral da fazenda	Valor Extremo	106,79	89,02	100,3
Outros (miscelâneas)	Valor Extremo	221,43	231,51	225,11
Milho				
Fertilizante	Valor Extremo	835,77	763,19	809,28
Sementes tratadas	Valor Extremo mínimo	512,23	559,9	529,3
Herbicida	Valor Extremo mínimo	107,12	114,97	109,97
Inseticida	Normal	45,257	44,193	44,733
Fungicida	Normal	41,72	37,1	40
Outros insumos	Valor Extremo	15,477	9,136	13,162
Operação mecânica	Valor Extremo mínimo	239,72	265,06	248,64
Serviços terceirizados	Valor Extremo	232,74	195,12	219,01
Mão de obra	Valor Extremo mínimo	144,99	166,87	151,28
Despesa geral da fazenda	Valor Extremo	106,79	89,02	100,3
Outros (miscelâneas)	Valor Extremo mínimo	275,47	285,16	279,01
Milho 2 safra				
Fertilizante	Valor Extremo mínimo	523,36	584,31	544,34
Sementes tratadas	Valor Extremo mínimo	418,36	465,54	434,74
Herbicida	Normal	84,56	84,53	84,54
Inseticida	Normal	51,585	51,572	51,576
Fungicida	Valor Extremo mínimo	54,238	62,357	56,61
Outros insumos	Valor Extremo	2,753	1,116	2,252
Operação mecânica	Valor Extremo mínimo	210,04	234,38	218,42
Serviços terceirizados	Valor Extremo	135,97	120,34	130,26
Mão de obra	Valor Extremo mínimo	122,49	140,49	127,89
Despesa geral da fazenda	Valor Extremo	106,79	89,02	100,3
Outros (miscelâneas)	Valor Extremo mínimo	186,47	197,88	190,63



(Continuação)

Descrição da variável	Trigo			
	Distribuição	Média	Moda	Mediana
Fertilizante	Valor Extremo	414,61	389,39	405,41
Sementes tratadas	Normal	262,21	262,21	262,21
Herbicida	Normal	75,44	74,84	75,11
Inseticida	Valor Extremo mínimo	27,491	31,642	28,684
Fungicida	Valor Extremo mínimo	76,94	88,41	80,31
Outros insumos	Normal	7,166	7,06	7,111
Operação mecânica	Normal	160,18	157,92	159
Serviços terceirizados	Valor Extremo	51,32	40,45	47,35
Mão de obra	Valor Extremo mínimo	105,17	119,15	109,73
Despesa geral da fazenda	Valor Extremo	106,79	89,02	100,3
Outros (miscelâneas)	Valor Extremo	129,96	119,3	126,07

Fonte: dados de pesquisa – elaborados pelos autores.

Os diferentes fatores que compõem o custo de produção e a receita bruta, eles influenciam na variação da rentabilidade do sistema de produção de uma propriedade representativa. Assim, a análise de sensibilidade auxilia na identificação das variáveis críticas que podem ser o fator de risco na produção agrícola de soja, milho e trigo. A Tabela 3 reúne o resumo dos resultados estatísticos descritivos da receita operacional líquida dos cinco sistemas de produção na propriedade representativa de Cascavel (PR).

Tabela 3 – Parâmetros das funções de distribuição de frequência da rentabilidade operacional líquida dos cinco sistemas de produção simulado para a propriedade representativa de Cascavel (PR).

	Sistema 1					
	100% sj e 0% MV	80% sj e 20% MV	60% sj e 40% MV	40% sj e 60% MV	20% sj e 80% MV	0% sj e 100% MV
1ª safra	100% MS + 0%Trg	80% MS + 20%Trg	60% MS + 40%Trg	40% MS + 60%Trg	20% MS + 80%Trg	0% MS + 100%Trg
2ª safra	0% MS + 0%Trg	0% MS + 0%Trg	0% MS + 0%Trg	0% MS + 0%Trg	0% MS + 0%Trg	0% MS + 0%Trg
Mínimo	-419,63	-529,58	-1019,75	-1763,39	-2507,03	-3250,66
Máximo	5191,62	4436,05	3680,47	2924,89	2797,4	3172,53
Média	930,1	972,57	1015,03	1057,5	1099,97	1142,44
Moda	574,34	922,17	1032,6	1202,5	1652,76	1789,45
Mediana	846,08	918,74	1020,28	1122,55	1213,03	1273,42
Desv Pad	554,71	475,93	475,02	552,37	681,85	839,68
Variância	307703,18	226509,36	225644,00	305112,62	464919,42	705062,50
CV %	59,6%	48,9%	46,8%	52,2%	62,0%	73,5%
Prob. ROL<0	1,30%	0,70%	2,00%	4,50%	7,20%	9,70%

	Sistema 2					
	100% sj e 0% MV	80% sj e 20% MV	60% sj e 40% MV	40% sj e 60% MV	20% sj e 80% MV	0% sj e 100% MV
1ª safra	100% MS + 0%Trg	80% MS + 20%Trg	60% MS + 40%Trg	40% MS + 60%Trg	20% MS + 80%Trg	0% MS + 100%Trg
2ª safra	0% MS + 0%Trg	80% MS + 20%Trg	60% MS + 40%Trg	40% MS + 60%Trg	20% MS + 80%Trg	0% MS + 100%Trg
Mínimo	-1.212,83	-951,9	-1388,86	-1886,28	-2897,16	-3933,57
Máximo	4862,92	4224,36	3585,81	2947,26	2629,22	2915,71
Média	850,19	866,59	882,99	899,4	915,8	932,2
Moda	435,66	717,25	847,94	1138,54	1073,51	1635,3
Mediana	788,65	818,91	876,73	957,26	1019,75	1067,56
Desv Pad	699,24	587,93	549,67	598,64	717,18	877,54
Variância	488936,58	345661,68	302137,11	358369,85	514347,15	770076,45
CV %	82,2%	67,8%	62,3%	66,6%	78,3%	94,1%
Prob. ROL<0	9,30%	5,20%	4,80%	7,40%	10,50%	13,80%



(Continuação)

Sistema 3						
1ª safra	100% sj e 0% MV	80% sj e 20% MV	60% sj e 40% MV	40% sj e 60% MV	20% sj e 80% MV	0% sj e 100% MV
2ª safra	0% MS + 0%Trg	80% MS + 0%Trg	60% MS + 0%Trg	40% MS + 0%Trg	20% MS + 0%Trg	0% MS + 0%Trg
Mínimo	-1.212,83	-849,31	-1234,87	-1778,68	-2514,67	-3250,66
Máximo	4862,92	4173,08	3483,24	2793,41	2884,18	3172,53
Média	850,19	908,64	967,09	1025,54	1083,99	1142,44
Moda	435,66	798,22	880,38	1220,46	1577,1	1789,45
Mediana	788,65	862,47	961,3	1080,85	1193,08	1273,42
Desv Pad	699,24	584	537,33	576,15	686,1	839,68
Variância	488936,58	341056,00	288723,53	331948,82	470733,21	705062,50
CV %	82,2%	64,3%	55,6%	56,2%	63,3%	73,5%
Prob. ROL<0	9,30%	4,30%	3,30%	4,80%	7,20%	9,70%

Sistema 4						
1ª safra	100% sj e 0% MV	80% sj e 20% MV	60% sj e 40% MV	40% sj e 60% MV	20% sj e 80% MV	0% sj e 100% MV
2ª safra	0% MS + 0%Trg	100% MS + 0%Trg	100% MS + 0%Trg	100% MS + 0%Trg	100% MS + 0%Trg	100% MS + 0%Trg
Mínimo	-1212,83	-1058,31	-1639,06	-2261,58	-2884,09	-3506,6
Máximo	4862,92	4107,34	3513,31	3402,76	3453,54	3830,62
Média	850,19	892,66	935,12	977,59	1020,06	1062,52
Moda	435,66	750,96	886,95	1204,36	1339,43	1365,77
Mediana	788,65	848,48	925,76	1005,15	1086,42	1163,1
Desv Pad	699,24	637,89	636,56	695,58	801,75	939,21
Variância	488936,58	406903,65	405208,63	483831,54	642803,06	882115,42
CV %	82,2%	71,5%	68,1%	71,2%	78,6%	88,4%
Prob. ROL<0	9,30%	6,40%	6,50%	8,10%	10,50%	12,70%

Sistema 5						
1ª safra	100% sj e 0% MV	80% sj e 20% MV	60% sj e 40% MV	40% sj e 60% MV	20% sj e 80% MV	0% sj e 100% MV
2ª safra	0% MS + 0%Trg	0% MS + 100%Trg	0% MS + 100%Trg	0% MS + 100%Trg	0% MS + 100%Trg	0% MS + 100%Trg
Mínimo	-2003,48	-1769,49	-1687,3	-2255,75	-3094,66	-3933,57
Máximo	5448,04	4692,46	3936,88	3181,3	2542,5	2915,71
Média	719,87	762,33	804,8	847,27	889,73	932,2
Moda	551,45	722,15	597,72	1053,33	1119,17	1635,3
Mediana	670,95	738,8	831,11	915,09	994,79	1067,56
Desv Pad	626,17	554,09	549,8	614,72	730,62	877,54
Variância	392088,87	307015,73	302280,04	377880,68	533805,58	770076,45
CV %	87,0%	72,7%	68,3%	72,6%	82,1%	94,1%
Prob. ROL<0	9,90%	6,60%	7,40%	9,50%	11,40%	13,80%

Legenda: sj: Soja; MV: Milho verão; MS: Milho segunda safra e Trg: trigo.

Fonte: dados de pesquisa – elaborados pelos autores.

4.2 Risco do sistema de produção da propriedade representativa de Cascavel (PR)

Nesta seção são apresentados os resultados da análise econômica, inclusive risco, dos cinco sistemas de produção para a propriedade representativa de Cascavel (PR), conforme o Figura 1. O sistema 1, que cultiva soja e milho verão e nenhum produto na segunda safra, apresentou o maior retorno dentro os sistemas de produção da propriedade representativa. O cultivo de toda a área com soja apresentou uma chance de 1,30% de apresentar retorno negativo. Quando a área agrícola é compartilhada com o milho o risco da propriedade diminui e seu retorno aumenta. No caso, o uso da área agrícola com 80% soja e 20% com milho no período de verão tem-se a chance de registrar retorno negativo de 0,7%. Mas, observar que à medida que se aumenta a ocupação da área com o milho frente à soja no sistema 1, o retorno e risco aumentam (Figura 1). A divisão da área agrícola com 60% de soja e 40% de milho na primeira safra diagnosticou-se um risco de retorno negativo de 2,2% e receita líquida média de R\$ 1.014,97/ha. Quando a proporção da área da soja passa para 40% da área agrícola e, o

milho 40%, o risco de retorno negativo aumenta para 4,3% e retorno operacional médio de R\$ 1.057,66/ha. Na composição de 80% de milho e 20% de soja na área agrícola na primeira safra, o risco da atividade apresentar resultado negativo é de 6,9% e o retorno operacional médio de R\$ 1.099,95/ha. O risco máximo no cultivo do verão acontece quando se cultiva 100% da área com o milho, que um retorno de R\$ 1.142,44/ha e risco de registrar um retorno negativo é de 9,7%.

Analisando individualmente as duas culturas frequentemente cultivadas na primeira safra de Cascavel, nota-se que o milho apresentar maior risco que a soja. O resultado contraria a observação de Melo et al (2012), que diagnosticaram uma maior variabilidade na receita líquida da soja (maior desvio padrão e variância) frente ao milho. O resultado exposto na Tabela 3 indica que o milho proporciona maior risco para a atividade da propriedade que a soja (maior desvio padrão e variância). Do ponto de vista agrônômico, o milho é mais sensível à variação térmica que a soja. A elevação térmica para cada fase vegetativa da cultura motiva resposta diferente na produtividade. Mas, o milho é mais sensível à temperatura noturna que a soja, pois a menor diferença térmica entre a temperatura diurna e noturna faz com a planta continue gastando energia durante o processo de respiração. Lobell e Field *apud* Hatfield et al (2011) encontraram que a elevação da temperatura de 1° C reduz a produtividade do milho em 8,3% e a soja em 1,3%.

Mantendo-se a mesma sistematização do uso do solo do sistema 1 e combinando diferente forma de ocupação da área agrícola para a segunda safra, tem-se que o sistema 3 com maior retorno. Por outro lado, o sistema 5 com o pior desempenho econômico (Figura 1). No sistema 3, a opção de uso da área agrícola com 100% de soja no verão e toda área com milho na segunda safra apresentou uma chance de 9,50% de obter retorno negativo. Em seguida, a combinação de 80% da área agrícola ocupada com soja e os demais com milho na safra verão e 80% com milho segunda safra tem o risco de registrar retorno negativo reduzido para 4,80%. Na composição da área agrícola com 60% de soja e 40% de milho na safra verão e 60% de milho na segunda safra, a chance de registrar retorno negativo da fazenda diminui para 3,30%. Por outro lado, à medida que a proporção de milho aumenta na área agrícola na safra verão, a rentabilidade da propriedade e o risco de retorno negativo aumentam. Quando a lavoura do milho ocupa 60% da área agrícola e demais com a soja e 40% da área com milho na segunda safra, o risco de retorno negativo passa para 5,10%. Na combinação de 80% com milho e 20% com soja na primeira safra e somente 20% com milho na segunda safra, o resultado mostrou que o risco de registrar retorno negativo é de 6,9%.

Sistema 4 assume a mesma combinação de uso de solo do sistema 1 e 3 no período de verão, mas cultiva 100% da área com milho na segunda safra. A combinação de 80% da área agrícola ocupada com soja e os outros 20% com milho na safra verão e 100% com milho segunda safra tem o risco de registrar retorno negativo reduzido para 7,30%. O uso de solo na proporção de 60% de soja e 40% de milho no verão e 100% do milho no verão apresenta uma probabilidade de registrar retorno negativo de 7%, uma pequena redução se comparado com a combinação anterior. Ao ocupar a área agrícola com mais milho em relação à no período de verão, o risco de registrar retorno negativo aumenta. A diferença que neste sistema, o retorno

operacional da produção é menor que o sistema 1 e 3, mas assume risco maior. Logo, quanto mais milho na primeira safra, aumenta-se o retorno e o risco da propriedade.

A presença de trigo como opção de segunda safra foi simulado no sistema 2 e 5. O sistema 2 combina o cultivo de quatro produtos. Assim, quando 80% da área agrícola é ocupada com soja e 20% com milho no período de verão e 80% com milho e trigo na segunda safra o risco de registrar retorno negativo é de 5,7%. No uso da área agrícola com 60% de soja e 40% de milho na primeira safra e 60% de milho e 40% de trigo a possibilidade de retorno negativo passa para 4,90%. Por outro lado, ao reduzir a área de soja para 40% e ampliar o milho para 60% na primeira safra e utilizar da área com 40% com milho e 60% com trigo o registro de retorno negativo aumenta para 7,70%. A combinação de uso do solo com 80% de soja e 20% de milho na primeira safra e 20% de milho e 80% de trigo, tem-se a possibilidade de retorno negativo de 10,8%. Por fim, o uso da área agrícola com 100% de milho na primeira safra e 100% de trigo proporciona um risco no retorno negativo de 13,7%.

O sistema 5 assume a mesma combinação do uso do solo dos sistemas anteriores para a primeira safra, mas utiliza 100% da área com trigo a segunda temporada. Quando 100% da área agrícola são ocupadas com soja e 100% com trigo na segunda safra o risco de registrar retorno negativo é de 9,9%. Quando se compõe 80% de soja e 20% de milho na primeira safra e 100% de trigo na segunda safra o risco o retorno negativo passa para 6,5%. Na composição de uso do solo com 60% de soja e 40% de milho na primeira safra o risco de resultado negativo fica em 7,4%. Este risco vai aumentando conforme se expande a participação do milho, então quando a área agrícola for ocupada com 60% de milho e 40% de soja na primeira safra e toda área com trigo na segunda safra, tem-se o risco de retorno negativo de 9,0%. No caso do uso do solo com 80% de milho e 20% de soja na primeira safra e 100% da área com trigo na segunda temporada, o risco para 11,4%. A combinação de toda área com milho na primeira safra e trigo na segunda safra com risco de retorno negativo de 13,7%, como observado no sistema 2 (Figura 1).

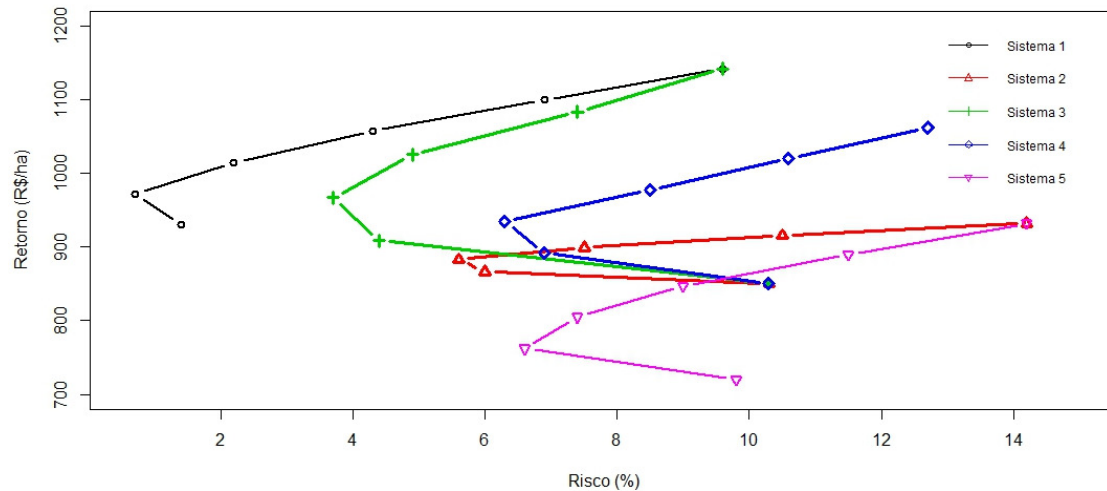


Figura 1. Comportamento do retorno econômico e risco dos cinco sistemas de produção da propriedade representativa de Cascavel (PR).

Fonte: Dados de pesquisa – elaborado pelos autores.

Em geral, os resultados mostraram que o sistema de produção com soja e milho na primeira safra apresenta maior rentabilidade e menor risco em comparação com outros quatro sistemas que intensificam o uso do solo com a segunda safra. Mas, quando se aumenta a presença de milho na primeira safra no sistema de produção eleva a rentabilidade e o risco.

No caso do sistema de produção mais intensivo, que introduz uma segunda safra após a soja ou milho, aumenta o risco da propriedade representativa. Nos quatro casos avaliados, todos registraram elevação do risco, mas a rentabilidade não superou o sistema de cultivo de uma safra. Esse resultado faz repensar a estratégia do produtor de maximizar o uso da terra, na tentativa de ganhar tanto na primeira e segunda safra. A opção de cultivo entre milho e trigo na segunda safra mostrou que ambas aumentam o risco do sistema de produção. A situação mais preocupante é quando há a presença do trigo, pois ela piora consideravelmente a rentabilidade e aumenta o risco do sistema de produção da fazenda como verificado no sistema 2 e 5. A produção de trigo no Brasil é mais sensível à variação da condição climática e reduz facilmente a qualidade do grão, que, por sua vez, diminui a remuneração do produtor.

No caso do milho segunda safra, esperava-se que a introdução no sistema de produção aumentasse a rentabilidade da fazenda, mas isso não foi observado no sistema 2, 3 e 4. Suspeita-se que a nova tecnologia genética introduzida na semente e o maior uso de inseticida elevaram o custo de produção nas últimas três safras (2011/12 a 2013/14), reduzindo a rentabilidade do milho segunda safra. Mas, o presente trabalho não discriminou a produção por tipo de tecnologia, devendo ser respondidos nas pesquisas posteriores.

5. Considerações Finais

O trabalho avaliou a rentabilidade e os riscos para uma pequena propriedade de Cascavel (PR). Na análise diagnosticou-se que o sistema de produção somente com a soja apresentou o menor risco dentre as quatro culturas cultivadas na fazenda representativa de Cascavel. Por outro lado, o trigo foi a cultura com o pior desempenho (maior risco e baixa rentabilidade) e a lavoura mais lucrativa na temporada de verão foi o milho dos quatro produtos pesquisados.

Dentre os quatro sistemas que cultivam a área agrícola nas duas safras, o sistema 3 apresentou resultado mais promissor, tendo a composição da área agrícola com 60% de soja e 40% de milho na safra verão e 60% de milho na segunda safra, a probabilidade de registrar retorno negativo da fazenda diminui para 3,30%. Enquanto, a combinação da área agrícola com milho e soja na primeira safra e toda área com trigo na segunda safra apresentou resultados menos atrativos para o produtor.

O trabalho limitou a avaliar uma localidade, devendo restringir as considerações sobre o risco econômico dos cinco sistemas de produção para Cascavel. Mesmo assim, o material traz resultados relevantes, visto que os dados primários utilizados retratam a realidade do sistema produtivo (manejo e tecnologia) de cada safra, validados pelos produtores e consultores locais e obtidos por um longo período.

6. Referencia Bibliográfica

ADAMI, A.C.O. **Risco e Retorno de investimento em citros no Brasil**. Piracicaba. 2010. 150p. Tese de doutorado. Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

ARAÚJO, M.P.; MARQUES, P.V. Rentabilidade, em condições de incerteza, na produção avícola sob contrato de integração vertical em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 1997, 35(3), p.23-43.

ARÊDES, A.F.; PEREIRA, M.W.G.; SANTOS, V.F.; ARÊDES, A. Análise do retorno e risco de preço na produção de milho, soja e feijão no Paraná de 1977 a 2006. **Informações Econômicas**, 2007, 37(12), p.17-22.

BIESERRA, J.V. Rentabilidade da irrigação pública no nordeste, sob condições de risco – o caso do perímetro Morada Nova. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 1994, 32(3), p.289-303.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia econômica**. 6 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

BONACIM, C.A.G; NARDI, P.C.C; SILVA, R.L.M. DA; CRUZ JÚNIOR, R; BONÍZIO, R.C. Projetos de investimentos em agronegócios: análise custo-volume-lucro considerando incerteza e risco. **Custo e @gronegocio on line**, 2013, 9(3) p.27-48.

DE ZEN, S. **Diversificação como forma de gerenciamento de risco na agricultura**. 107 p. Tese (Doutorado em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

DEBLITZ C, HEMME T, ISERMAYER F, KNUTSON R, ANDERSON D, GOERTZ D, MÖLLER C, AND RIEDEL J. Report on the first IFCN meeting. **IFCN-Report 1/1998**. FAL, Braunschweig-Völkenrode. also published under IFCN-homepage:<http://www.fal.de/english/institutes/bw/ifcn/html/ifcnhome.html>

ELLIOT, F.F. The representative firm idea applied to research and extention in agricultural economics. **Journal farm economic**, 1928. 10(4), p. 483-498.

ESCUDEIRO, L.F. **La simulación em la empresa**. Barraincúa: Duesto, 1973.

FEUZ, D.M.; SKOLD, M.D. Typical farm theory in agricultural research. **Journal of sustainable agriculture**, 1991. 2(2), p. 43-58

HATFIELD, J.L.; BOOTE, K.J.; KIMBALL, B.A.; ZISKA, L.H.; IZAURRALDE, R.C. Climate impacts on agriculture: implications for crop production. **Agronomy Journal**. 2011. 103(2). p.351-70.

HAZELL, P.B.R.; NORTON, R.D. **Mathematical programming for economic analysis in agriculture**. New York: Macmillan Publishing Company, 1986. 400p.

HERTZ, O.B. Risk analisis in capital investiment. **Havard Business Review**. 1964, 42(1), p.95-106.

ICHIHARA, S.M. **Desmatamento e recuperação de pastagem degradada na região amazônica: uma abordagem através das análises de projeto**. Piracicaba. 2003. 160p. Dissertação de mestrado. Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

JOBIM, C.I.; MATTUELLA, J., LOUZADA, J.V. Risco econômico do feijão irrigado no Rio Grande do Sul. **REGA**. 2009, 6(1). p.67-77.

LIMA, E. A; COELHO, F. C.; BASTIANI, M. L. R.; GOLYNSKI, A.; PONCIANO, N. J.; LIMA A. A. Avaliação econômica e de risco da produção de soja em rotação com cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy** (2007) 29 (3): 403-409
<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v29i3.392>

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários – administração financeiras: orçamento e viabilidade econômica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

NORONHA, J. F., LATAPIA, M. X. L. C. Custos de produção agrícola sob condições de risco no Estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 1988, 26(3), p.275-287.

MELO, C. O.; SILVA, G.H.; ESPERANCICNI, M.S.T. Análise econômica da produção de soja e de milho na safra verão, no estado do Paraná. **Política agrícola**, 2012, 21 (1), p.121-132.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M. de; MATA, H.T.C.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 2004, 42(4). p.615-635.

PAGLIUCA, L. G. **Análise do risco financeiro da produção de tomate de mesa em Caçador (SC) e Mogi Guaçu (SP)**. Piracicaba. 2014. 93p. Dissertação de mestrado. Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

PLAXICO, J.S; TWEETEN, L.G. Representative farms for policy and projection research. **Journal of farm economic**, 1963, 45(5), p.1458-1465.

SCHURLE, B. W.; ERVEN, B.L. The trade-off between return and risk in farm enterprise Choice. **North central journal of agricultural economics**, 1979, 1(1). p. 15-21.

SHIROTA, R., SILVA, R. D.M., LIMA, R.A.S, NEVES, E. M. A técnica de simulação aplicada a avaliação econômica de matriz de duas linhagens de frango de corte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 1987, 25 (1): 75-88.