

ANÁLISE DE RISCO ECONÔMICO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS NAS REGIÕES BRASILEIRAS

ECONOMIC RISK ANALYSIS IN GRAIN PRODUCTION SYSTEMS IN BRAZILIAN REGIONS

Rosana do Carmo Nascimento Guiducci
Embrapa Agroenergia
rosana.guiducci@embrapa.br

Marcelo Hiroshi Hirakuri
Embrapa Soja
Marcelo.hirakuri@embrapa.br

Grupo de Trabalho (GT): 1. Mercados Agrícolas e Comércio Exterior

Resumo

Este trabalho teve por objetivo analisar o risco econômico em sistemas de produção de grãos nas cinco regiões brasileiras. Foram coletados dados primários da estrutura de custos e de receita em propriedades rurais nos municípios de Querência (MT), Cascavel (PR), Uberaba (MG), Balsas (MA), Araguaína (TO) e Paragominas (PA), safra 2017/2018. O método de Monte Carlo foi usado nas simulações de risco, tendo como variáveis séries históricas de produtividade e preços de grãos e de insumos nos mercados locais. Os resultados indicaram que a soja é o cultivo de maior estabilidade econômica. Milho safrinha apresentou maior risco comparado à safra verão, exceto no Nordeste e Norte. Em geral, os valores determinísticos do lucro líquido localizaram-se no intervalo de 90% de probabilidade, o que indica a confiabilidade das simulações na previsão dos resultados. A análise de sensibilidade mostrou que nas regiões tradicionais, preço é o fator de maior impacto nos resultados das simulações de risco para soja, enquanto produtividade teve maior influência nas demais culturas. Em regiões menos tradicionais na produção de grãos, a produtividade foi o fator determinante em todas as culturas. Semente e adubo foram os insumos de maior impacto nos resultados.

Palavras-chave: risco, lucro líquido, Monte Carlo,

Abstract

This work aimed to analyze the economic risk in grain production systems in the five Brazilian regions. Primary data on the cost and revenue structure were collected on rural properties in the municipalities of Querência (MT), Cascavel (PR), Uberaba (MG), Balsas (MA), Araguaína (TO) and Paragominas (PA), 2017/18 crop. The Monte Carlo method was used in risk simulations, having as variables historical series of productivity, grain price and input price in local markets. The results indicated that soybeans are the most economically stable crop. Safrinha corn presented higher risk compared to summer crop, except in the Northeast and North. In general, the deterministic values of net income were within the 90% probability range, which indicates the reliability of simulations in predicting the results. The sensitivity analysis showed that in traditional grain producing regions, price is the factor with the greatest impact on the results of risk simulations for soybeans, while productivity had a greater influence on other crops. In less traditional regions in grain production, productivity was the determining factor in all crops. Seed and fertilizer were the inputs with the greatest impact on results.

Key words: Risk, Net Profit, Monte Carlo

1. Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de grãos, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos (FAO, 2019). Na safra de 2017/2018 o país produziu 227,6 milhões de toneladas de grãos, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. A produção de grãos ocorre em todas as regiões do país, por meio de sistemas de produção que alternam sequência de culturas, tendo a soja e o milho como culturas predominantes. Cultivos

como sorgo, braquiária e trigo também são usados em sucessões, permitindo que uma unidade produtiva padrão no Brasil chegue a obter de duas a três safras anuais.

Em termos regionais, a região Centro-Oeste é a maior produtora de grãos e concentra principalmente a produção nacional de soja (45%), sorgo (42%) e milho de segunda safra ou milho safrinha (73%), respondendo por 44% do total de grãos produzidos na safra 2017/2018 (Tabela 1). A região Sul se destaca como segunda maior produtora de grãos, responsável por 89% da produção nacional de trigo, 32% de soja e 38% de milho safrinha. Regiões consideradas de fronteira para a produção de grãos, sobretudo soja, como as Regiões Norte e Nordeste, também seguem a lógica de sucessão, rotação e até mesmo integração de cultivos/criação/floresta, apresentando bons resultados em termos de produtividade nos últimos anos (CONAB, 2019; IBGE, 2019).

Os sistemas de produção de grãos modais no Brasil são compostos por culturas agrícolas comerciais como soja, milho e trigo, e culturas agrícolas não comerciais, como a braquiária, aveia preta, milheto e outras. As primeiras são voltadas para a obtenção de retorno econômico, enquanto o segundo grupo é voltado para manutenção ou melhoria da eficiência agrônômica, econômica e ambiental dos sistemas agrícolas comerciais.

Tabela 1 – Produção de grãos nas regiões brasileiras, safra 2017/2018, em mil toneladas

Região	Soja	Milho 1ª safra	Milho 2ª safra	Trigo	Sorgo	Outros	TOTAL	%
Norte	5.903,9	962,0	1.484,7	-	53,9	1.163,8	9.568,3	4%
Nordeste	11.850,7	5.596,0	849,9	30,0	407,1	2.004,0	20.737,7	9%
Centro-Oeste	53.945,4	2.281,0	39.170,2	141,2	891,6	3.726,6	100.156,0	44%
Sudeste	8.955,0	7.706,1	3.423,3	401,9	758,2	1.422,8	22.667,3	10%
Sul	38.626,7	10.265,6	8.970,8	4.854,5	25,0	11.802,9	74.545,5	33%
BRASIL	119.281,7	26.810,7	53.898,9	5.427,6	2.135,8	20.120,1	227.674,8	100%

Fonte: CONAB.

Nota-se que os sistemas de cultivos comerciais usuais na região Sul combinam a produção de trigo com as tradicionais commodities do país – milho e soja, enquanto nas demais regiões prevalece a sucessão de culturas envolvendo soja e milho. Sorgo é uma opção com maior incidência nas regiões Centro-Oeste e Sudeste.

A utilização de mais de uma espécie vegetal ou mesmo a integração com a pecuária e floresta (ILPF) é uma característica dos sistemas de produção de grãos no Brasil que permite classificá-los em quatro tipos: a) sistema de sucessão de culturas, onde ocorre repetição sazonal de uma sequência de duas espécies vegetais no mesmo espaço produtivo, por vários anos; b) sistema de rotação de culturas, caracterizado pela alternância ordenada, cíclica e sazonal de diferentes espécies vegetais em um espaço produtivo específico; c) sistema em consórcio de culturas, onde duas ou mais culturas ocupam a mesma área agrícola em um mesmo período de tempo, e; d) sistemas em integração, quando em uma mesma gleba são integrados sistemas de cultivo e criação com diferentes finalidades (lavoura, pecuária e floresta), buscando diversificação de renda, com aperfeiçoamento do uso da terra e dos meios de produção (HIRAKURI et al., 2018).

Mesmo com o emprego de tecnologia em sistemas modernos de produção, o risco envolvido na atividade agrícola é elevado, principalmente por depender de fatores edafoclimáticos sob os quais não se tem controle e são de difícil previsão. Cada cultura tem exigências hídricas, térmicas e fotoperiódicas próprias que influenciam o crescimento

vegetativo, floração, maturação e, conseqüentemente, a produtividade das culturas. Estudos confirmam perdas de rendimentos de grãos provocados por fatores climáticos (GONÇALVES e SIBALDELLI, 2018, LIMA e ALVES, 2008, FARIAS et al., 2005). Adicionam-se ainda incertezas relacionadas ao mercado, como oscilações de preço, e às escolhas dos produtores quanto aos sistemas de cultivos, rotação de culturas, insumos, entre outras tecnologias.

Estas escolhas impactam o desempenho ao longo do tempo. Práticas de monocultura, por exemplo, e de sistemas contínuos de sucessão tipo trigo-soja ou milho safrinha-soja, causam degradação física, química e biológica do solo (Embrapa, 2013). Quando implementados sucessivamente, tais sistemas provocam queda da produtividade e favorecem o desenvolvimento de doenças, pragas e plantas daninhas, reforçando as incertezas quanto aos resultados econômicos esperados. A rotação de culturas é uma forma de mitigar esses riscos, pois ao alternar espécies vegetais em uma mesma área agrícola atua positivamente na recuperação, manutenção e melhoria dos recursos naturais.

Neste contexto, o planejamento dos sistemas de produção de grãos deve levar em consideração as particularidades regionais, as necessidades de recomposição do solo, para reduzir riscos, otimizar o retorno econômico e preservar o meio ambiente. No entanto, em função da interação dos fatores climatológicos, mercadológicos e tecnológicos nas diferentes localidades, o resultado final é em grande medida incerto. Com efeito, abordagens probabilísticas em análises de desempenho econômico tornam-se recomendáveis para compreender os possíveis resultados e orientar a tomada de decisões.

O objetivo deste trabalho é comparar o risco econômico de seis sistemas de produção de grãos representativos das cinco regiões brasileiras, buscando identificar dentre os fatores de risco que afetam a receita e o custo de produção quais são os de maior influência sobre o lucro líquido obtido nos cultivos comerciais.

2. Metodologia

Os produtores diariamente enfrentam situações cujo resultado é incerto. Clima, pragas, doenças e mercado criam um ambiente de risco e incerteza. O que difere risco de incerteza é que em ambientes incertos, resultados e probabilidades de ocorrência não são conhecidos, enquanto em um ambiente de risco, ambos são conhecidos (DEBERTIN, 1986).

Risco pode ser definido como o efeito da incerteza sobre os resultados esperados. Esse efeito pode ser positivo ou negativo. A incerteza, por sua vez, decorre da deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, seu conhecimento, sua consequência ou sua probabilidade (ABNT, 2009). A análise de risco tem a finalidade de mensurar os efeitos dos fatores incertos sobre o resultado esperado, por meio de método quantitativo onde as variáveis incertas inerentes à determinada atividade são cuidadosamente identificadas, qualificadas e quantificadas (PALISADE CORPORATION, 2010).

A mensuração do risco requer o conhecimento dos resultados dos eventos e suas probabilidades de ocorrência. Por meio da análise de probabilidade são calculadas medidas de referência para a análise de risco, tais como o valor esperado e a variabilidade dos resultados. A probabilidade pode ser obtida de forma objetiva ou subjetiva. Probabilidade objetiva fundamenta-se na frequência com a qual determinados eventos ocorreram no passado (a partir de registros de dados históricos e séries de tempo) ou a frequência com que estão ocorrendo no presente (observações de um experimento, dados do tipo cross section). Já a probabilidade subjetiva baseia-se na percepção, conhecimento ou experiência de uma pessoa, de que determinado resultado vá ocorrer (PINDYCK e RUBINFELD, 1999).

Diversos estudos voltados para a avaliação de risco em atividades agropecuárias utilizam abordagem probabilística para mensurar o risco econômico. (ALVES et al., 2006; ARÊDES e PEREIRA, 2008; LAZZAROTTO et al., 2010; MIGUEL et al.; 2011; MACHADO NETO et al., 2018, OSAKI, et al., 2019).

Dentre as técnicas que utilizam probabilidade em análise de risco, o método de Monte Carlo (MC) é a mais utilizada. Noronha (1987) explica o método de MC em uma sequência de cálculos em quatro etapas: 1) identificação da distribuição de probabilidade das variáveis relevantes; 2) seleção aleatória de valores destas variáveis, a partir de sua distribuição de probabilidade; 3) cálculo do indicador do resultado esperado; 4) repetição do processo de cálculo até obter a confirmação da distribuição de frequência do indicador do resultado. Estas operações são facilitadas pelo uso de recursos de programação que permitem um número substancial de repetições, envolvendo a combinação de diversas variáveis no modelo, inclusive considerando relações de interdependência entre as variáveis.

Neste estudo foi realizada coleta de dados primários em propriedades agrícolas representativas da produção de grãos no Brasil, conforme indicado na Tabela 2. Os sistemas foram caracterizados em suas estruturas de receita e custo de produção, por cultivo realizado no ano safra de 2017/2018.

Tabela 2 – Composição dos sistemas regionais de produção de grãos, safra 2017/2018

Região	Município/UF	Cultivos em plantio direto nos sistemas de produção
Centro-Oeste	Querência/MT	MS; Soja RR1; Soja Bt RR2 PROT M; Milheto**
Sul	Cascavel/PR	MS; MV; Soja RR1; Soja bt RR2 PROT M; Trigo
Sudeste	Uberaba/MG	MS_Braq; MV_braq; Soja RR1; Soja Bt RR2, Sorgo
Nordeste	Balsas/MA	MS; MV; Soja RR1; Soja bt RR2, Milheto**, Braquiária**
Norte	Araguaína/TO	MS; MS_braq**; Soja RR1; Soja Bt RR2; Milheto*, Braquiária*
	Paragominas/PA	MS; MV; Sorgo; Soja RR1; Soja Bt RR2

*MS (Milho Safrinha), MV (Milho Verão), MS_Braq (MS com braquiária), MV_braq (MV com Braquiária). ** Cultura não comercial.

A receita bruta por hectare foi calculada considerando a venda da produção por hectare ao preço regional. O custo de produção foi estimado como proposto por Matsunga et al., (1976), decompondo o custo total em custo operacional efetivo (desembolsos diretos para compra de insumos); custo operacional total (custo operacional efetivo mais depreciação e remuneração de mão-de-obra familiar, se houver); e, custo de oportunidade do capital.

Optou-se por utilizar o lucro líquido por hectare como indicador de interesse para a análise de risco. Este indicador é dado pela diferença entre a receita bruta por hectare e o custo total por hectare, sendo expresso da seguinte forma.

$$\pi = P_y \cdot Q_y - \left(\sum (P_{xi} Q_{xi}) + D + CO \right)$$

π – Lucro líquido por hectare;

P_y – preço unitário do grão

Q_y – quantidade produzida por hectare

P_{xi} – preço unitário do insumo xi

Q_{xi} – quantidade do insumo xi por hectare

D – Depreciação

CO – Custo de Oportunidade

O método de MC gera, randomicamente, inúmeros valores para as variáveis P_y , Q_y e P_{xi} , simulando combinações que permitem obter novos resultados de lucro líquido, gerando a função de distribuição de probabilidade (FDP) para o lucro líquido. A partir daí é possível calcular a probabilidade de obter determinado resultado, entre outras medidas de referência para a análise de risco. Cultivos não comerciais como braquiária e milho não foram considerados na análise de risco.

Foram testadas as correlações entre preços dos grãos e produtividades. O nível de correlação obtido foi muito baixo, indicando correlações desprezíveis (abaixo de 0,2), ou no máximo muito fracas (até 0,4). Optou-se por não correlacionar estas variáveis no modelo.

Por fim, analisou-se a sensibilidade do Lucro líquido, por meio da técnica de análise de regressão, a fim de verificar quais são os fatores de risco que afetam de forma mais crítica os resultados das simulações. O resultado geral do ajuste do modelo, medido pelo R-quadrado, indica a estabilidade da ordem de sensibilidades dos dados. Essa ordem pode sofrer alterações em uma situação similar com o mesmo modelo, se o R-quadrado for inferior a 50% (PALISADE, 2010). As simulações de MC e a análise de sensibilidade foram realizadas com o auxílio do software @Risk 5.5, considerando 10.000 iterações.

A disponibilidade de dados variou em função do período em que se desenvolveram os sistemas de produção nas regiões. Em regiões menos tradicionais, onde a produção em escala comercial se desenvolveu tardiamente, como é o caso de Paragominas (PA), Araguaína (TO) e Balsas (MA), as séries históricas, quando disponíveis, são menores, como descritos a seguir.

Produtividade soja e sorgo. Dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM/IBGE), séries históricas de 1974 a 2017. Exceto: soja em Araguaína (TO), dados da microrregião de Araguaína, IBGE, série 2000 a 2017; sorgo em Paragominas (PA), probabilidade subjetiva, definida com base na experiência de técnico local.

Produtividade milho verão e milho safrinha. Dados da CONAB, média estadual, série histórica de 1997 a 2017. Exceto: Cascavel (PR), dados da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná/Departamento de Economia Rural (SEAB/DERAL/PR), média municipal da safra verão e safrinha, série de 1997 a 2017; Balsas (MA) e Paragominas (PA), dados da PAM/IBGE, média municipal, série de 1997 a 2017.

Preços de grãos. Dados da CONAB, preços médios mensais recebidos pelo produtor, pela saca de 60 kg, em nível estadual. Exceto: Sorgo em Paragominas (PA), série de preços estimada com base em informações de técnico local, segundo o qual o preço médio do sorgo no município é igual a 70% do preço médio do milho.

Preços de insumos. Dados da CONAB e instituições locais em casos pontuais. Insumos tradicionais como glifosato, calcário, cloreto de potássio, dentre outros, em regiões produtoras tradicionais abrangeram o período mais longo utilizado, que foi de janeiro de 2010 a janeiro de 2018. Regiões onde a produção é mais recente foram utilizadas séries históricas de janeiro de 2014 a janeiro de 2018. Preços indisponíveis para um estado foram substituídos pelo preço do estado mais próximo. Para insumos indisponíveis na base de dados da CONAB (semente de soja transgênica IPRO, Inseticida Exalt, Fastac Duo, herbicida Healt e fungicida Elatus) utilizaram-se informações de instituições locais, como a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/EPAGRI, a SEAB/DERAL/PR e o Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária/IMEA.

Todos os dados monetários foram trabalhados em valores reais, deflacionados pelo IGPDI – Índice geral de preços disponibilidade interna, base em janeiro de 2018.

3. Resultados e Discussão

Os resultados determinísticos do lucro líquido obtidos na safra 2017/2018 (Figura 1) confirmam a soja como principal cultivo comercial dos sistemas de produção de grãos, sendo

a única cultura a apresentar resultados positivos em todas as regiões. Observou-se o maior lucro líquido por hectare em Cascavel (PR) para soja e milho verão.

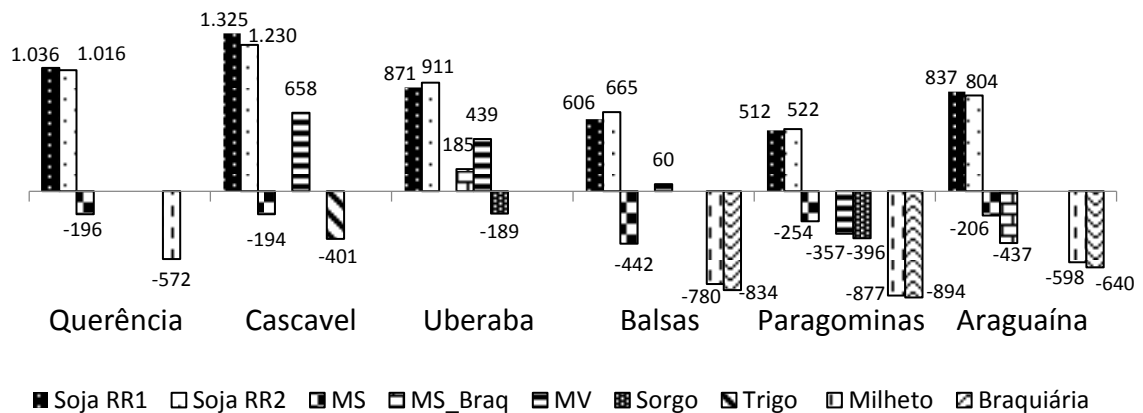


Figura 1 - Lucro Líquido em R\$/ha, cultivos comerciais e não comerciais, safra 2017/2018.

Sorgo, trigo e o milho safrinha registraram prejuízo em todos os sistemas regionais, com exceção de milho safrinha com braquiária em Uberaba (MG). Milho verão teve bom desempenho em Cascavel (PR) e Uberaba (MG) e prejuízo em Paragominas (PA).

Na região Norte, somente a soja apresentou lucro líquido positivo. Cultivos não comerciais resultaram em prejuízo em todos os sistemas de produção. Conforme mencionado anteriormente, a importância desses cultivos é melhorar a eficiência das culturas comerciais em sistemas de plantio direto. Ainda que apresentem prejuízo quando analisados isoladamente, desempenham papel importante em termos sistêmicos, criando externalidades positivas, a exemplo de redução de custos e melhoria na produtividade da cultura comercial.

Para analisar o risco nestes sistemas foram ajustadas 38 distribuições de probabilidade de preço e produtividade dos grãos (Tabela 3) e 194 distribuições de probabilidade para preço de insumos (Tabela 4). Algumas FDP estabelecem limites de máximo e mínimo tendendo a $+\infty$ e $-\infty$. Para garantir que a amostra gerada nas simulações contenha somente valores válidos e representativos das variáveis preço e produtividade, adotou-se como critério de truncamento valores relativos ao intervalo de confiança de 95%.

Os resultados das simulações fornecem medidas de referência para a análise de risco. Na Tabela 5 são apresentados os valores relativos à probabilidade de 5%, 95%, mínimo, máximo, média, moda e desvio padrão do lucro líquido, e na Figura 2 apresentam-se as probabilidades de se obter lucro líquido igual ou menor que zero.

Tabela 3 - Distribuição de probabilidade da produtividade e do preço dos grãos

Local	Cultivo	Produtividade	Preço
Querência (MT)	Soja	Beta(2,2;0,8;1424,5;3468)	Pearson5(29,1;1855,3;Truncate(40,4;89,8)
	MS	Extvalue(3290,7;1119,7;Truncate(1850;7070)	Normal(27,1;8,0;Truncate(11,4;42,8)
Cascavel (PR)	Soja	Uniform(2282,1;3885,9)	Loglogistic(35,3;33,3;5,1;Truncate(;104)
	MS	Extvalue(3345,8;1326,1;Truncate(1610;8.220)	Beta(3,6;9,3;16,6;70,8)
	MV	Extvalue(7164,8;1927,7;Truncate(4.649;14.252)	Beta(3,6;9,3;16,6;70,8)
	Trigo	Logistic(1968,4;347,75;Truncate(1057;2986)	Invgauss(29,851;258,787;Truncate(31,6;70,8);RiskShift(16,746)
Uberaba (MG)	Soja	Logistic(2921,4;186,7;Truncate(2240;3605)	Loglogistic(20,3;45,8;6,9;Truncate(47,3;98)
	MS	Beta(0,6;0,5;1000;5971)	Invgauss(21,685;221,876;Shift(12,708);Truncate(;50,4)
	MV	Triang(3692,4;6886,1;8710,7)	Invgauss(21,7;221,9;Shift(12,7);Truncate(24,1;50,4)
	Sorgo	Logistic(2211,3;311;Truncate(1072;3351)	Extvalue(22,0;3,9;Truncate(16,9;36,4)
Balsas (MA)	Soja	Triang(94,742;3060;3060)	Invgauss(25,2;200,4;Truncate(54,7;89,8);Shift(42,8)
	MS	Logistic(4979,3;874;Truncate(1950;8120)	Loglogistic(2,7;38,4;10,7;Truncate(30;56,7)
	MV	Logistic(4979,3;874;Truncate(1950;8120)	Loglogistic(2,7;38,4;10,7;Truncate(30;56,7)
Araguaína (TO)	Soja	Logistic(2455,7;229,6;Truncate(1615;3292)	Logistic(63,9;7,6735;Truncate(36,7;92,1)
	MS	Extvalue(3590,17;700,06;Truncate(2680;6120)	Triang(19,5;38,0;52)
Paragominas (PA)	Soja	Logistic(2933,32;245,11;Truncate(2035;3831)	Pearson5(9,5115;157,53;Shift(50,774);Truncate(;86,09)
	MS	Logistic(4751,05;658,43;Truncate(2340;7160)	Weibull(6,216;38,572;Shift(7,6976);Truncate(;55,3)
	MV	Logistic(4751,05;658,43;Truncate(2340;7160)	Weibull(6,216;38,572;Shift(7,6976);Truncate(;55,3)
	Sorgo	Triang(2300;2500;3000)	Weibull(6;27;Shift(5,4);Truncate(;38,7)

Tabela 4 - Distribuição de probabilidade do preço de insumos nos Estados

Insumo	Distribuição	UF
Calcário Dolomítico	Triang(82,0;102,7;111,6)	MT, TO
	Normal(128,7;9,5;Truncate(110;147,5)	PR
	Loglogistic(74,2;37,5;4,5;Truncate(91;158)	MG
	Beta(0,4;0,7;58,7;128,7)	MA
	Invgauss(26,0;4,9;Truncate(59;195,5);Shift(58,085)	TO
	Triang(118,9;135,7;139,0)	PA
Semente Soja RR1	Logistic(4,4;0,1;Truncate(4,12;4,66)	MT
	Triang(2,5;4,7;6,2)	PR
	Pareto(3,6;3,3;Truncate(3,3;8,6)	TO, PA
	Loglogistic(3,5;0,1;1,3;Truncate(3,5;5,6)	MG
	Extravalue(4,1;0,7;Truncate(3,2;6,7)	MA
Semente Soja RR2	Triang(4,11;7,74;10,21)	PR
	Triang(5,3;7,7;10,4)	MT, MG
	Beta(0,66;3,77;6,86;21,57)	MA
	Triang(5,8;8,7;12,4)	TO, PA
Semente Milho média tecnologia	Beta(5,4;8,5;339;602,3)	MT
	Triang(293,2;429,6;598,9)	PA
	Logistic(520,9;33,9;Truncate(396;645)	MA
	Normal(449,6;69,2;Truncate(314;585)	TO
	Triang(540;560,2;625,3)	MG
Semente Milho alta tecnologia	Logistic(560,5;33,6;Truncate(438;683)	PR
	Beta(0,6;0,8;357,4;727,9)	PA, MA
Semente Milho baixa tecnologia	Beta(46,2;12,2;4;622,8)	PR
Semente Trigo	Logistic(2,0;0,3;Truncate(0,98;3,1)	PR
Sem. Braquiária	Normal(14,2;4,3;Truncate(6,2;22,7);	MG, TO
Semente Sorgo	Beta(0,7;8,9;14,9;34,7)	MG
	Beta(0,5;0,4;1,3;14,3)	PA
Inseticida Tiger	Weibull(1,6;77,5;Shift(345,6);Truncate(354;516,1)	TO
Inset. Dimilin	Beta(0,4;0,4;94,3;299,2)	MG
Inseticida Cruiser	Normal(388,0;40,8;Truncate(308,1;467,9)	MT
	Uniform(316,7;472,3)	TO
	Logistic(418,3;35,0;Truncate(291;547)	MG
	Normal(388,0;40,8;Truncate(308,1;467,9)	MA
Inseticida Match CE	Weibull(1,5;11,3;Shift(70,2);Truncate(105,6;120,9)	PR; MG
	Triang(46,1;103,1;103,1)	TO
Inseticida Normolt 150	Normal(161,808;18,814;Truncate(124,9;198,7)	PR
	Triang(90,6;154,406;165,9)	PA
	Triang(116;116;179,8)	MA, TO
Inseticida MAP	Lognorm(332,8;203;Shift(1591,6);Truncate(2425;3298)	MT
	Extvalue(1873;197,8;Truncate(1615;2599)	MA
Inseticida Connect	Beta(20,6;10,0;27;57,7)	PR
	Logistic(48,9;2,6;Truncate(39,48;58,33)	PA

Inseticida Premio	Loglogistic(560,1;60,6;2,4;Truncate(;835))	MT; MA
	Beta(0,56052;0,63273;478,38;605,66)	MG
	Triang(534,3;596,9;646,4)	PA
Inset. Certero	Logistic(221,2;17,6;Truncate(156,6;285,8))	PR
Inseticida Lannate BR	Extvalue(20,3;2,0;Truncate(17,67;27,84))	MT, MA
	Logistic(20,0;0,6;Truncate(17,7;22,4))	MG
	Triang(17,7;25,3;29,7)	PA
Inseticida Belt	Triang(499,7;543,7;720,1)	MT, MA
	Beta(0,5;0,5;431,3;687,2)	MG
	Triang(602,0;602,0;770,0)	PA
Inseticida Clorpirifos	Extvalue(24,2;2,6;Truncate(21,35;31,19))	MG
	Weibull(2,1;7,3;Truncate(;33,2);Shift(19,6))	PA
	Extvalue(26,8;4,5;Truncate(21;43,2))	MA
Imidacloprid Nortox	Loglogistic(85,6;30,8;6,8;Truncate(103,5;138,5))	MA
	Uniform(73,3;116,8)	PA
Inseticida Exalt	Extvalue(522,6;13,9;Truncate(504,5;573,7))	MT, MG
Inseticida Pirate	Lognorm(13,5;12);Truncate(106;148,6)	MT
Inset. Mospilan	Triang(121,9;210,1;271,4)	MA
Inseticida Engeo Pleno	Loglogistic(105,5;24,9;2,9;Truncate(;191))	MT
	Loglogistic(122,1;18,8;3,4;Truncate(128,6;176,6))	MG
	Triang(120,7;120,7;165,9)	MA
	Logistic(143,9;7,4);Truncate(116,6;171,1)	TO, PA
Fastac Duo	Invgauss(42,6;4437,9;Truncate(90,9;107,2);Shift(56))	MG
Inseticida CropStar	Lognorm(79,7;22;Truncate(;306,1);Shift(175,3))	PR
	Extvalue(276,2;32,6;Truncate(233,7;396,1))	MA
Inseticida Acefato	Loglogistic(17,7;12,2;4,7;Truncate(;44,1))	MT, MA
	Beta(0,3;0,2;33,1;46,689)	PR
	Triang(24,4;39,8;39,8)	MG
	Extvalue(32,3;2,9;Truncate(28,46;43,03))	TO
Inset. Fipronil	Extvalue(481,8;50,8;Truncate(415;669))	MA
Inset.Cipermetrina	Triang(22,5;31,1;35,1)	MA
Inseticida Intrepid	Beta(0,6;1,3;79,7;101,5)	TO
Adubo 25-00-25	Triang(1336,1;1851,6;1905,1)	MT
Gesso Agrícola	Loglogistic(130,5;10,8;3,2;Truncate(133,9;164,2))	TO
Adubo 04-20-20	Beta(3,3;3,1;1152,6;2044)	PR
	Logistic(1545,9;52,0;Truncate(1355;1736))	MG
Adubo 10-30-10	Loglogistic(1386,9;135,6;3,2;Truncate(1431;1808))	PA
Adubo 22-00-22	Beta(0,8;0,7;1130,1;1543,7)	PA
Adubo 00-30-10	Lognorm(291,7;260;Shift(1307,8);Truncate(;2283))	MT, MA
Adubo 03-33-08	Extvalue(1433,1;176,2;Truncate(1203;2080))	TO
Adubo 03-30-00	Normal(1487,2;165,5;Truncate(1163;1811))	MA
Adubo 05-25-25	Loglogistic(1296,9;375,4;2,9;Truncate(1403;2608))	MA
Cloreto de Potássio	Beta(0,7;0,9;1308;1971,5)	MT, MA
	Invgauss(3357,6;1109111,6;Truncate(;3133);Shift(-600))	PR
	Pearson5(4,3;1553,9;Truncate(1386;2460);Shift(1218))	MG
	Triang(1099,4;1818,6;1818,6)	TO
	Loglogistic(1014,5;345,5;2,8362;Truncate(;2270))	PA
Adubo 02-20-18	Weibull(1,3;213,6;Shift(1153,8);Truncate(;1733))	PR

	Loglogistic(902,4;451,9;8,4;Truncate(1195;1600))	MG
Adubo 36-00-12	Triang(1245,2;1841,8;1841,8)	TO
Adubo Manganês 14%	Extvalue(17,8;0,6;Truncate(16,95;20,16))	MT,PR, MA
	Lognorm(0,9;1,5;Shift(4,9);Truncate(5;9,45);	TO
Adubo Mastermis	Pearson5(4,0;16,6;Truncate(16,9;47))	TO
Profol Manganês	Beta(1,2;0,5;6,6;13,6)	MG
Ureia	Normal(1534,1;188,72;Truncate(1164;1904))	PR
	Triang(1294,6;1620,5;1884,6)	MG
	Triang(1245,7;1579,1;1663,2)	MA
Adubo Bioamido	Pearson5(4,0;16,6;Truncate(18,7;31,9);Shift(16,788))	MG,MA
Adubo 06-24-16	Triang(1107;1861,0;1861,0)	MG
Adubo 16-16-16	Extvalue(1462,6;146,0;Truncate(1272;1999))	MG
Adubo 08-28-26	Extvalue(1428,4;135,1;Truncate(1252;1925))	TO
11-52-00ZN/MAP	Loglogistic(914,0;863,4;6,1;Truncate(;2492))	PA
Adubo MAP	Extvalue(1873;197,8;Truncate(1615;2599))	MA
Adubo CaB	Beta(0,7;1,4;7;8,2)	TO
Zinco	Pareto(1,9;94,4)	TO
Sulfato Amônio	Beta(0,5;0,4;1013,2;1158,7)	PA
Herbicida Reglone (Tocha)	Loglogistic(17,2274;5,409;3,2996;Truncate(19;33,6))	MG
	Weibull(1,8;5,7;Truncate(19,5;30,53);Shift(18,7741))	TO, PA
Herbicida Atrazina	Extvalue(14,4;1,6;Truncate(12,35;20,2))	MT
	Loglogistic(7,7;7,4;7,0;Truncate(12,13;20,25))	TO, MA
	Loglogistic(10,4;6,5;7,3;Truncate(;21,1))	PR
	Extvalue(14,4;1,6;Truncate(12,35;20,2))	MG
	Triang(9,1;17,6;17,6)	PA
Herbicida Roundup Original	Triang(8,2;16,4;20,0)	PR
	Triang(5,8;17,6;22,2)	MG, TO
Herbicida Sanson	Loglogistic(52,4;16,0;2,8;Truncate(;113))	PR
Herb. Paraquat	Loglogistic(14,5;8,9;4,1;Truncate(18,01;36,4))	PR
Herbicida Heat	Normal(797,2;62,5;Truncate(674,6;919,7))	PR
Herbicida Gramoxone 200	Beta(1,8142;1,4194;15,965;25,99)	MT,MA; MG
	Triang(13,8;25,0;32,7)	PR
Herbicida Soberan	Pearson5(5,3;593,8;Shift(297,11);Truncate(;631))	MT, MA
	Triang(4,8;540,5;540,5)	MG
Herbicida Ally	Loglogistic(1086,6;128,7;3,2;Truncate(1130;1490))	PR
Herbicida Zapp QI 620	Uniform(18,9;24,3)	MT
	Pearson5(17,9;105,9;Truncate(18,95;25);Shift(15))	MG
	Logistic(19;2;Truncate(11,89;26,4))	TO, PA
Herbicida Flumyzim	Triang(398,2;420,2;550,7)	MG
	Triang(409,7;409,7;665,1)	MA
	Pearson5(2,7;170;Truncate(322;625);Shift(296,9))	TO, PA
Herb. Clorimum	Extvalue(54,9;5,7;Truncate(47,4;76,1))	TO, PR
Herbicida Classic	Loglogistic(104,1;65,3;6,6;Truncate(;217,4))	MT
	Beta(0,6;0,6;92,1;150,6)	MA
Herbicida Aurora	Beta(0,6;0,4;339,2;464,0)	MG
Herbicida 2,4 D	Weibull(1,6;4,6;Truncate(;21,5))	MT, MA
	Normal(15,8;1,1;Truncate(13,62;18))	PR

	Gamma(17,4;0,4;Truncate(13,7;20,1);Shift(9,8)	MG
	Extvalue(15,8;1,5;Truncate(13,9;21,2)	TO
	Logistic(16,8;1,3;Truncate(12,14;21,6)	PA
Herbicida Glifosato	Triang(13,9;13,9;19,1)	MA
	Extvalue(17,0;2,8;Truncate(13,51;27,3)	PA
Aproach Prima	Logistic(158,7;10,0;Truncate(122;195,5)	TO, PA
Fungicida PrioriXtra	Logistic(153,7;8,5;Truncate(122,6;184,8)	MT
	Logistic(112,6;9,7;Truncate(91,6;152,4)	MA
	Invgauss(34,8;28,1;Truncate(142,6;280,8);Shift(138,2)	MG
	Loglogistic(3,6;134,2;16,2;Truncate(110,6;171,9)	TO
Fungicida Abacus	Logistic(160,1;4,3;Truncate(144,2;175,9)	PR
Fungicida Standak Top	Extvalue(481,8;50,8;Truncate(415;668)	MT, MA
	Triang(408,8;584,2;645,3)	PR
	Triang(224,9;528,6;528,6)	MG
	Normal(454,4;102,2;Truncate(255;655)	TO, PA
Score Flexi	Weibull(7,8;167,2;Truncate(98,4;192,1)	MT, MA
Fungicida Nativo	Extvalue(80,6;7,1;Truncate(71,3;106,9)	PR
Tebuconazole	Extvalue(77,0;12,6;Truncate(60,5;123,3)	PA
Cercobin	Beta(4,2;1,8;17,7;30,1)	MG
Fungicida Fox	Normal(167,5;15,1;Truncate(137,9;197,1)	MT
	Beta(1,6;1,6;136,7;199,6)	MA
	Beta(0,7;0,6;184,9;269,4)	PR
	Beta(1,4;1,6;168,7;225,1)	TO, PA
	Triang(123,4;195,5;206,9)	MG
Fungicida Elatus	Triang(236;517;517)	MT, MG
	Normal(584,5;71,6;Truncate(444;725)	PR
Unizeb Gold	Weibull(1,4;3,7;Truncate(16,42;25,4)	MT, PA
	Triang(20,5;20,5;34,7)	PR
	Beta(1,8;0,7;13,9;26,1)	MG
Fungicida Dithane	Extvalue(21,5;1,8;Truncate(19,11;28,05)	MG
Fungicida Opera	Weibull(2,0;33,1;Truncate(92,6;130,6);Shift(60,9)	MG
Orkestra	Logistic(299;20,2;Truncate(225,1;373)	MG
Tebuconazote	Triang(30,3;36,0;41,1)	MG
Vitavax+Thiram	Weibull(1,9;13;Shift(28,8);Truncate(30,8;54,1)	PR
Sphere Max	Expon(48,85;Shift(223,519);Truncate(;403,7)	PA
Fungicida Maxim	Beta(0,4;0,3;79,5;118,6)	MA
Fungicida Tilt	Logistic(68,9;4,19;Truncate(53,7;84,1)	MA
Fertilizante CoMo	Triang(34,3;86,4;108,1)	MT
	Normal(200;80;Truncate(43;357)	PR
	Triang(47,3;47,3;93,9)	MA, PA
	Logistic(58,6;3;Truncate(47,8;69,5)	TO
Inoculante	Logistic(3,8;0,4;Truncate(2,53;5,18)	MT, PR
	Loglogistic(2,5;0,1;1,1;Truncate(2,5;4,78)	PA, TO, MA
Espalhante Aureo	Beta(0,8;1;6,9;14,0)	MT
	Beta(2,5;2,0;9,3;14,3)	MA
	Normal(10,6;1,1;Truncate(8,45;12,85)	PR
	Triang(9,5;15,7;16,2)	MG
	Invgauss(7,5;196,7;Truncate(7,65;13,4);Shift(2,6)	TO; PA

Redutor de PH	Beta(0,5;0,7;109,6;132,8)	TO
Espalhante Nimbus	Beta(1,6;1,6;11,2;15,8)	MT
	Weibull(1,9;5,7;Truncate(;19,76)	PR
	Beta(0,5;0,5;10,7;15,9)	MG
	Beta(1,59; 1,56; 11,17;15,78)	MA
	Loglogistic(8,9;4,6;4,6;Truncate(10,9;19,4)	TO; PA
Espalhante Assist	Extvalue(11,2;2,7;Truncate(7,6;21,32)	PR
Óleo Mineral	Triang(9,6;13;14,0)	PA
Complexo micros	Pearson5(4,0;16,6;Truncate(18,7;31,9);Shift(16,788)	MG,MA

Os valores relativos às probabilidades de 5% e 95% estabelecem a faixa de lucro líquido com 90% de probabilidade de ocorrência. Quanto menor o intervalo nesta faixa, maior é a certeza do resultado e menor é o risco. Outra medida é dada pela comparação da média com o desvio padrão. Quanto maior a distância entre esses valores, maior é o risco. Valores modais negativos também são um indicativo de maior risco. Por fim, quanto maior a probabilidade de Lucro líquido negativo, maior é o risco econômico do sistema de produção.

Os resultados confirmam o elevado risco envolvido nas atividades agrícolas, frente às incertezas quanto aos preços e à produtividade. Observou-se que a soja é o grão de maior estabilidade econômica e menores probabilidades de gerar prejuízo. O maior risco para cultivo de soja foi registrado em Araguaína (TO), com probabilidades de prejuízo de 46% (soja RR1) e 49% (soja RR2). Os demais sistemas de cultivo de soja situaram-se no nível de risco considerado moderado, com probabilidade de prejuízo entre 28% e 36%. Balsas (MA) e Paragominas (PA) apresentaram o menor nível de risco no conjunto de cultivos.

As culturas de sorgo, trigo e milho safrinha registraram alto risco no geral. O sorgo chegou a 100% de probabilidade de prejuízo em Uberada (MG). Observaram-se diferentes níveis de risco nas safras de milho verão e safrinha nas regiões. No Sul, Sudeste e Centro-Oeste, regiões tradicionais de produção de grãos, o milho verão apresentou menor risco econômico que o milho safrinha. Nas regiões Norte e Nordeste, observou-se o oposto. Paragominas (PA) registrou o menor risco de prejuízo para milho safrinha (10%), enquanto Cascavel (PR) e Querência (MT) registraram as mais elevadas probabilidades de prejuízo, 86% e 82%, respectivamente.

Aqui é importante destacar que a produtividade utilizada em Querência foi a média municipal do IBGE, o que em tese deveria ter favorecido o milho safrinha. Em Cascavel (PR), único município onde foi possível obter dados de produtividade específicos para as safras verão e safrinha em nível municipal, o resultado confirmou maior risco para o milho safrinha. Todavia, estudo de Osaki et.al (2019) aponta a utilização de milho na segunda safra como alternativa de menor risco para os produtores do Paraná, na perspectiva de uso da terra, considerando o sistema como um todo.

Tabela 5 – Indicadores de risco do lucro líquido nos sistemas de produção de grãos

Sistemas de produção de grãos		5%	95%	Min	Max	Média	Moda	Desv p
Querência (MT)	Milho Safrinha	-1432,4	629,4	-1865,6	2247,2	-573,2	-760,1	642,5
	Soja RR1	-804,8	1382,6	-1655,6	2133,7	232,9	155,6	657,1
	Soja Bt RR2 PROT M	-668,4	1506,5	-1457,7	2352,6	373,3	180,1	656,1
Cascavel (PR)	Milho safrinha	-1978,2	963,3	-2671,0	7019,8	-829,8	-1476,7	939,7
	Milho verão	-1283,4	2983,7	-2295,1	8436,1	432,8	13,4	1310,0
	Soja RR1	-610,3	1780,0	-1350,8	3403,1	452,0	21,2	728,3
	Soja bt RR2 PROT M	-713,8	1675,7	-1401,8	3303,4	344,2	158,0	729,2
	Trigo	-1142,1	356,8	-1459,4	1692,0	-451,7	-687,6	458,2
Uberaba (MG)	Milho Safrinha c/ Braquiária	-2077,7	1079,4	-2367,0	3259,5	-602,4	-2017,6	1014,1
	Milho Verão c/ braquiária	-994,5	1804,5	-1818,9	4550,7	318,3	338,6	847,6
	Soja RR1	-564,7	1310,7	-1079,6	2678,9	269,2	152,2	574,9
	Soja Bt RR2 PROT M	-572,8	1297,4	-1147,1	2551,5	266,7	76,1	573,6
	Sorgo	-1363,0	-598,6	-1569,5	31,7	-1017,9	-1079,8	236,7
Balsas (MA)	Milho Safrinha	-1008,7	2160,9	-1872,5	4246,4	468,7	363,2	949,4
	Milho Verão	-2790,9	-303,5	3404,7	-303,5	949,3	-1774,7	1373,4
	Soja RR1	-1578,6	2148,6	-2748,2	3544,0	580,6	1738,3	1171,5
	Soja RR2 PROT M	-1493,0	2257,3	-2640,4	3652,4	676,6	1661,6	1170,0
Araguaína (TO)	Milho Safrinha	-928,0	1129,8	-1482,8	2680,1	-0,9	-430,1	628,9
	Milho safrinha c/ braquiária	-1138,4	911,3	-1757,2	2353,3	-223,4	-409,8	628,0
	Soja RR1	-823,3	1135,8	-1521,1	2490,6	90,0	20,1	592,8
	Soja Bt RR2 PROT M	-870,7	1079,8	-1607,2	2447,7	50,8	21,0	595,6
Paragominas (PA)	Milho Safrinha	-214,3	2553,7	-1191,2	4098,0	1113,3	1284,9	846,6
	Milho Verão	-1294,4	1685,1	-4404,7	5772,4	110,4	-22,7	912,2
	Sorgo	-501,8	223,9	-1102,9	741,3	-126,2	-44,3	221,7
	Soja RR1	-498,4	1176,1	-1048,0	3457,9	279,7	188,6	512,8
	Soja RR2	-561,6	1107,4	-1165,5	3838,0	212,0	132,1	514,8

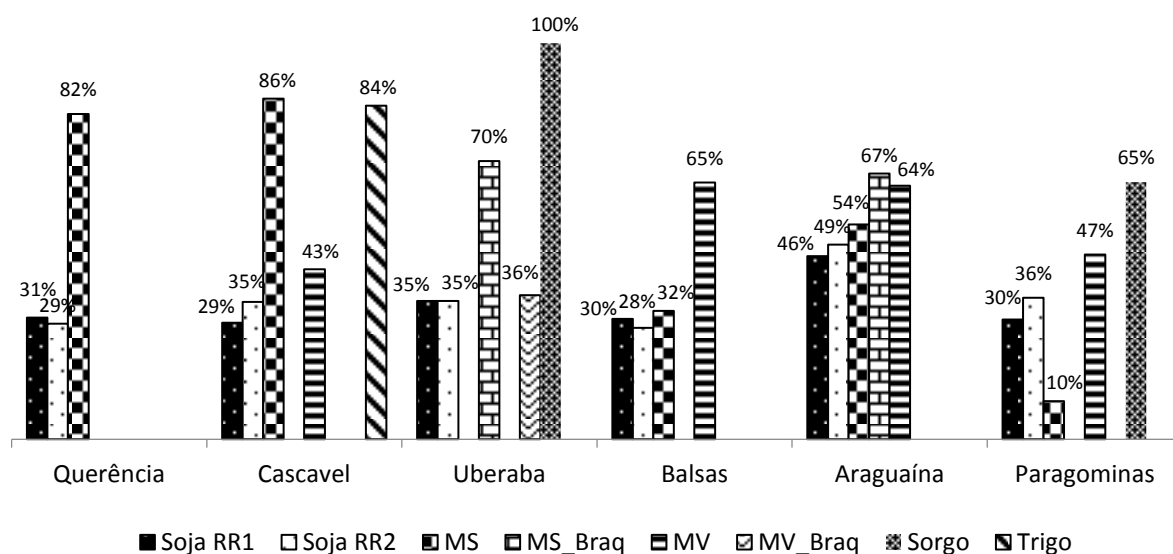


Figura 2 – Probabilidade de Lucro Líquido negativo ou zero.

A análise de sensibilidade (Tabela 6) indicou que os fatores de maior impacto nos resultados das simulações de risco são a produtividade e o preço dos grãos. O preço foi o fator determinante para o risco econômico da soja em praticamente todas as regiões, com exceção de Balsas (MA) e Paragominas (PA), onde a produtividade foi o fator determinante para praticamente todos os cultivos, exceto sorgo. Em Araguaína (TO), embora a produtividade tenha sido o fator de maior impacto nos resultados, preço também se mostrou bastante relevante. Nas regiões consideradas tradicionais, Cascavel (PR), Querência (MT) e Uberaba (MG), a produtividade influenciou mais fortemente os riscos econômicos das culturas de milho, trigo e sorgo.

Tabela 6 – Análise de sensibilidade dos resultados da simulação

Sistemas	Cultivos	Coeficientes de regressão				R square
		Produtividade	Preço	Insumos		
Querência (MT)	Soja RR1	0,57	0,79	00-30-10	-0,11	0,98
	Soja RR2	0,58	0,8	00-30-10	-0,09	0,98
	MS	0,71	0,67	Semente	-0,05	0,96
Cascavel (PR)	Soja RR1	0,68	0,72	semente	-0,06	0,98
	Soja RR2	0,68	0,72	02-20-28	-0,06	0,99
	MS	0,84	0,51	08-20-20	-0,06	0,97
	MV	0,75	0,64	08-20-20	-0,06	0,97
	Trigo	0,85	0,50	08-20-20	-0,10	0,99
Uberaba (MG)	Soja RR1	0,52	0,84	02-20-18	-0,05	0,99
	Soja RR2	0,51	0,85	semente	-0,07	0,99
	MS_Braq.	0,89	0,41	08-28-16	-0,04	0,97
	MV_Braq.	0,79	0,59	06-24-16	-0,08	0,99
	Sorgo	0,75	0,65	04-20-20	-0,09	0,98



Balsas (MA)	Soja RR1	0,98	0,17	inoculante	-0,04	0,99
	Soja RR2	0,98	0,17	semente	-0,08	0,99
	MS	0,87	0,46	05-25-25	-0,09	0,99
	MV	0,86	0,46	semente	-0,13	0,99
Paragominas (PA)	Soja RR1	0,79	0,60	semente	-0,11	0,99
	Soja RR2	0,78	0,60	semente	-0,14	0,99
	MS	0,68	0,69	semente	-0,09	0,98
	MV	0,77	0,60	semente	-0,06	0,98
	Sorgo	0,33	0,92	semente	-0,18	0,99
Araguaína (TO)	Soja RR1	0,6	0,77	03-33-08	-0,12	0,99
	Soja RR2	0,60	0,77	03-33-08	-0,12	0,99
	MS	0,69	0,70	semente	-0,09	0,98
	MS_Braq.	0,69	0,70	semente	-0,09	0,98

Os insumos apresentaram coeficientes de regressão muito abaixo dos observados para a produtividade e preço dos grãos, o que já era de se esperar, uma vez que são muitos e foram considerados individualmente. Constatou-se que os insumos de maior relevância nos resultados foram semente e adubo, com pequenas variações de intensidade entre cultivos e regiões. Todos os coeficientes de ajuste da regressão (R quadrado) estiveram acima de 95% indicando estabilidade na ordem de sensibilidade dos resultados aos fatores de risco.

4. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi analisar o risco econômico em seis sistemas de produção de grãos representativos das cinco regiões brasileiras, envolvendo cultivos comerciais de soja, milho, sorgo e trigo.

A partir de séries históricas de preços de comercialização dos grãos, preços dos insumos e produtividade nos municípios, foram feitas simulações de risco para o Lucro líquido. Analisou-se a sensibilidade dos fatores de risco nos sistemas de cultivo.

Os valores determinísticos de Lucro líquido obtidos na safra 2017/2018 localizaram-se no intervalo de probabilidade de 90%, o que indica que as simulações de risco realizadas refletem a realidade, ou seja, a faixa de resultados estabelecida em função dos riscos considerados manteve coerência com a realidade observada. Dessa forma, pode ser utilizada com maior confiança para prever resultados futuros.

O maior nível de risco foi observado no cultivo de sorgo em Uberaba (MG), milho safrinha e trigo em Cascavel (PR) e milho safrinha em Querência (MT). Balsas (MA) e Paragominas (PA), consideradas regiões de fronteira na produção de grãos no Brasil, registraram os níveis mais baixos de risco no geral.

A cultura da soja apresentou o menor risco relativo em todos os sistemas de produção, sendo, a cultura de maior estabilidade econômica nos sistemas de produção.

No custo de produção, foram consideradas como variáveis de incerteza os preços dos insumos químicos. Outros componentes do custo, como mão de obra e serviços mecanizados, não foram incluídos na simulação devido à indisponibilidade de dados secundários ou de parâmetros conhecidos. A inclusão destes fatores em estudos futuros, com informações coletadas in loco, é uma alternativa para aprimorar o conhecimento sobre as incertezas e consequentemente os riscos no custo dos sistemas de produção de grãos.

A análise de sensibilidade indicou a produtividade como o fator de risco de maior impacto para os resultados nos cultivos de milho, sorgo e trigo, enquanto preço foi o fator determinante para o risco econômico da soja. Este padrão foi observado principalmente nas



regiões tradicionais na produção de grãos, como Querência (MT), Cascavel (PR) e Uberada (MG). Em Araguaína (TO), o preço foi determinante em todos os cultivos, enquanto em Balsas(MA) e Paragominas (PA) foi a produtividade que mais influenciou os resultados. Dentre os insumos, semente e adubo alternaram a posição em importância para os resultados simulados.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Gestão de Riscos: princípios e diretrizes. NBR ISO 31000, 2009.

ALVES, E., SOUZA, G.S., OLIVEIRA, A.J. Análise de risco em sistemas de produção agrícola: uma abordagem heurística. Revista de Política Agrícola. Ano XV, n.2, abr/mai/jun. 2006.

ARÊDES, A.F., PEREIRA, M.W.G. Análise econômica da produção de café arábica: um estudo de caso com simulação de Monte Carlo para sistema de baixa e alta produtividade. Informações Econômicas. São Paulo, v.38, n.4, abr. 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Série Histórica das Safras. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 22 abr. 2019.

DEBERTIN, D. L. Agricultural Production Economics. New York: Macmillan Co., 1986.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Sistemas de Produção. Londrina: Embrapa Soja, out. 2013. 265p. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf> . Acesso em: fev. 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Outlook: Biannual Report on Global Food Markets. Rome, 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca4526en/ca4526en.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; MARION, E. Efeito de regimes pluviométricos sobre o rendimento de grãos de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. Agrometeorologia, agroclimatologia e agronegócio: resumos. Campinas: Unicamp, 2005. 156 p.

GONÇALVES, S.L., SIBALDELLI, R.N.R. Riscos climáticos e viabilidade econômica da produção de soja no sul do Rio Grande do Sul. Comunicado Técnico 94. Embrapa: Londrina, jul. 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1094511/1/COMUNICADOTECNIC094.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2019.

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; CAMPOS, L. J. M. A cultura da soja no Brasil e Metodologia utilizada para diagnóstico. In: HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A. (Ed.). Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 5. Londrina: Embrapa Soja, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189911/1/p-11-22-Doc405-OL.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2019.



IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612>. Acesso em: 10 dez. 2018.

LAZZAROTTO, J. J.; SANTOS, M. L.; LIMA, J. E.; MORAES, A. Relação entre a diversificação agropecuária e os riscos de mercado. Revista de Política Agrícola, Brasília, DF, v. 19, n. 1, p. 49-62, jan./fev./mar. 2010.

LIMA, M. A. de; ALVES, B. J. R. Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas. Parcerias Estratégicas. Brasília, DF, n.27, p.73-110, 2008.

MACHADO NETO, Andrezza da Silva et al . Costs, viability and risks of organic tomato production in a protected environment. Rev. Ciênc. Agron. Fortaleza, v. 49, n. 4, p. 584-591, Dec. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902018000400584&lng=en&nrm=isso. Acesso em: 15 abr. 2019.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. Agricultura em São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, 1976. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=11566>. Acesso em: 21 fev. 2018.

MIGUEL, F.B., ESPERANCINI, M.S.T., GRIZZOTO, R.K., BARBARO, I.M., SILVA, J.A.A., SIQUEIRA, R.R., Análise da rentabilidade e risco na produção de cana de açúcar na região norte do estado de São Paulo sob dois tipos de arranjos contratuais. Revista Energia na Agricultura. Botucatu, vol. 26, n 1, 2011, p.21-38.

NORONHA, J. F. Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 1987. 269 p.

OSAKI, M.; ALVES, L.R.A., LIMA, F.F., RIBEIRO, R.G., BARROS, G.A.C. Risks associated with a double-cropping production system - a case study in southern Brazil. Scientia Agricola. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba , v. 76, n. 2, p. 130-138, abr. 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162019001200130&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 mai. 2019. .

PALISADE CORPORATION. Manual do usuário @RISK: Add-in do Microsoft Excel para simulação e análise de risco. Ithaca, NY, versão 5.7, set. 2010.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. Microeconomia. São Paulo: Makron Books, 1999.