

ÉRIK JANUÁRIO DA SILVA

**RENTABILIDADE E RISCO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CULTURAS
ANUAIS NO ESTADO DO MATO GROSSO**

Botucatu

2017

ERIK JANUÁRIO DA SILVA

**RENTABILIDADE E RISCO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CULTURAS
ANUAIS NO ESTADO DO MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientador(a): Profa.Dra. Maura Seiko Tsutsui Esperancini

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586r Silva, Érik Januário da, 1984-
Rentabilidade e risco de sistemas de produção de culturas anuais no estado do Mato Grosso / Érik Januário da Silva. - Botucatu: [s.n.], 2017
101 f.: ils. color., grafs. color., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017
Orientador: Maura Seiko Tsutsui Esperancini
Inclui bibliografia

1. Soja. 2. Milho. 3. Algodão. 4. Cultivos agrícolas - Rendimento. 5. Rotação de cultivos. I. Esperancini, Maura Seiko Tsutsui. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “RENTABILIDADE E RISCO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CULTURAS ANUAIS NO ESTADO DO MATO GROSSO”

AUTOR: ERIK JANUARIO DA SILVA

ORIENTADORA: MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

Dep de Economia, Sociologia e Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP



Profa. Dra. SELYA ANGÉLICA DOMINGUES DE CARVALHO

Dep de Economia, Sociologia e Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP



Prof. Dr. RICARDO GHANTOUS CERVI

Depto. Engenharia de Produção / UNESP - Campus Experimental de Itapeva

Botucatu, 21 de dezembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois com ele tudo é possível e tem sentido de existir.

A minha esposa Jacqueline pelo total apoio, amparo, aconselhamento, amor e suporte nos bons e maus momentos. Em especial ao nosso futuro filho que virá para iluminar a nossa vida.

Aos meus queridos pais e irmãs pela ajuda e disponibilidade nos momentos em que mais precisei.

A Profa. Dra. Maura Seiko Tsutsui Esperancini, pela total disponibilidade, atenção e apoio me orientando neste trabalho, sendo um exemplo de como um professor deve proceder com um aluno.

A meus amigos o meu muito obrigado pela ajuda nos momentos em que eu precisei.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela oportunidade de desenvolver este trabalho e meus estudos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo financiamento de minha pesquisa, possibilitando minha dedicação exclusiva a realização da mesma.

RESUMO

Um dos grandes desafios dos produtores agrícolas é elevar os níveis de produção e produtividade das plantações e ao mesmo tempo atender aos anseios da sociedade para que os sistemas de produção sejam mais sustentáveis. Neste cenário, a adoção do sistema de sucessão de culturas surge como uma opção conservacionista ao convencional sistema de monocultura, graças às vantagens como a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, melhora o aproveitamento de fertilizantes, reduz os riscos de mercado, entre outras. Entretanto, a adoção contínua do sistema de sucessão de culturas traz malefícios ao solo, como erosão, compactação e esgotamento de nutrientes, os mesmos efeitos do uso contínuo do sistema de monocultura. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a rentabilidade e os riscos econômicos para a adoção do sistema de sucessão de culturas anuais (cultivos de verão seguidos de cultivos de inverno) em relação ao sistema em monocultura no estado do Mato Grosso. Como objetivos específicos, buscou-se identificar quais as principais fontes potenciais de risco para cada cultura e avaliar como elas influenciaram os resultados finais das simulações de cada sistema. Foram realizadas simulações de cenários para ambos os sistemas por meio do método de simulação de Monte Carlo e as culturas selecionadas para esta análise foram a soja, o algodão e o milho dada sua relevância para a economia local e nacional. Para cada sistema foram feitas as análises estatística, de sensibilidade e de percentis de risco utilizando os indicadores de rentabilidade renda líquida (RL) e índice de lucratividade (IL), nos cenários pessimista, médio ou de maior ocorrência e pessimista para as variáveis de produção. Os resultados das simulações indicaram que a monocultura da soja é a atividade com o desempenho mais conservador dentre as analisadas, com as menores probabilidades de prejuízos no cenário mais pessimista de valores e os mais baixos retornos prováveis nos cenários médio e otimista, a baixos níveis de risco, sendo mais indicada a produtores conservadores e avessos a assumirem elevados riscos. A monocultura do algodão e a sucessão de culturas soja-algodão apresentaram os maiores prejuízos no cenário pessimista e as maiores probabilidades de retornos econômicos no cenário otimista, mas com elevados níveis de risco, sendo mais indicados a produtores dispostos a assumirem elevados riscos. A sucessão soja-milho apresentou relevantes resultados nos três cenários, com baixa probabilidade de prejuízos no cenário pessimista e alto retorno econômico nos cenários médio e otimista, a níveis médios de risco, sendo indicada para produtores que estão dispostos a assumirem níveis de riscos mais elevados do que os produtores conservadores. Além disso, as fontes de risco mais impactantes nos resultados das simulações de cenários de ambos os sistemas foram os preços de venda da soja e da pluma de algodão, ambas com impacto positivo, e os custos do inseticida do algodão e do fertilizante da soja, ambas com impacto negativo. No geral, o sistema de sucessão de culturas apresentou maiores resultados a menores níveis de risco.

Palavras-chave: monocultura, sucessão, soja, milho, algodão.

ABSTRACT

One of the greatest challenges of agricultural producers is to raise production levels and productivity of plantations and additionally meet the yearnings of society for the production systems more sustainable. In this scenario, the adoption of the crop succession system emerges as a conservationist option front of conventional monoculture system, to the advantages as improvement of physical, chemical and biological properties of the soil, improves the use of fertilizers, reducing market risks, among others. However, the continuous adoption of the crop succession system brings harm to the ground effects, such as erosion, compaction and nutrient depletion, the same effects of the use of the monoculture system. The general goal of this research was to evaluate the profitability and the economic risks for the adoption of the crop succession system for annual crops (summer crops followed by winter crops) regarding to the monoculture system in the State of Mato Grosso. The specific goals of this study were to identify the main potential sources of risk for each culture and evaluate how they have influenced the final results of each system simulations. Scenarios were carried out for both systems by Monte Carlo simulation method and the crops selected for this analysis were soybean, cotton and maize, due to their relevance to the local and national economy. For each system the following analyses were obtained: statistical, sensitivity and percentiles of risk, using the profitability indicators, net income (NI) and profitability index (PI), for three scenarios, pessimistic, medium or higher occurrence and optimistic, for the variables of production. The results of the simulations indicated that the monoculture of soybean is the activity with the most conservative performance analyzed, with the lowest probability of losses in the pessimistic scenario and the lowest probable return on medium and optimistic ones, at low levels of risk. This case is more indicated to the conservative producers and averse to assume high risks. The cotton monoculture and the crop succession soybean-cotton presented the biggest losses in the pessimistic scenario and the greater probability of economic return in the optimistic ones, but, at high levels of risk. These cases are most suitable to producers willing to take higher risks. The soybean-maize succession presented relevant results in all scenarios, with low probability of losses in the pessimistic scenario and high economic return on medium and optimistic ones, with average levels of risk, being indicated for producers who are willing to take higher risk levels than the conservative producers. In addition, the more impactful sources of risks for monoculture and crop succession systems were the sale prices of soybeans and cotton feather, both with positive impact, and the cost of cotton insecticide and fertilizer of soybean, with negative impact. In general, the crop succession system presented higher results at lower levels of risk against the monoculture system.

Keywords: monoculture, succession, soybean, maize, cotton.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Exemplo de sistema de monocultura para soja e milho..	23
Figura 2 -	Exemplo de sistema de sucessão de culturas.....	26
Figura 3 -	Participação das culturas no valor bruto da produção (VBP) do agronegócio em Mato Grosso em 2017 (%)....	28
Figura 4 -	Distribuição da produção de soja do estado de Mato Grosso em porcentagem.....	29
Figura 5 -	Distribuição da produção de milho por região do estado de Mato Grosso em porcentagem.....	31
Figura 6 -	Distribuição da produção de milho por região do estado de Mato Grosso em porcentagem.....	33
Figura 7 -	Arranjo das culturas em ambos os sistemas de plantio..	46
Figura 8 -	Etapas para a realização das simulações.....	47
Figura 9 -	Categorias de custos e respectivas atividades.....	49
Figura 10 -	Framework da pesquisa.....	57
Figura 11 -	Análise de sensibilidade da renda líquida para a monocultura.....	66
Figura 12 -	Análise de sensibilidade da renda líquida para a sucessão de culturas.....	67
Figura 13 -	Análise de sensibilidade do índice de lucratividade para o sistema de monocultura.....	68
Figura 14 -	Análise de sensibilidade do índice de lucratividade para o sistema de sucessão de culturas.....	69
Figura 15 -	Preços de venda da soja e da pluma de algodão entre 2011 e 2016.....	71
Figura 16 -	Preços de venda do fertilizante da soja e do inseticida do algodão entre 2011 e 2016.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Vantagens e desvantagens do sistema de monocultura.....	24
Tabela 2 -	Vantagens e desvantagens do sistema de sucessão de culturas.....	26
Tabela 3 -	Contribuição de cada atividade no custo de produção para todas as culturas.....	50
Tabela 4 -	Contribuição dos subitens no custo de produção para a cultura do algodão.....	51
Tabela 5 -	Contribuição dos subitens no custo de produção para a cultura da soja.....	51
Tabela 6 -	Contribuição dos subitens no custo de produção para a cultura do milho.....	51
Tabela 7 -	Custos de produção para todos os sistemas na safra 2015/16.....	60
Tabela 8 -	Análise estatística da renda líquida para todos os sistemas.....	62
Tabela 9 -	Análise estatística do índice de lucratividade para todos os sistemas.....	64
Tabela 10 -	Percentis de risco da renda líquida para todos os sistemas em R\$/ha.....	75
Tabela 11 -	Percentis de risco do índice de lucratividade para todos os sistemas.....	77
Tabela 12 -	Resumo das conclusões da pesquisa.....	79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1	Principais sistemas de plantio adotados.....	22
2.1.1	<i>Os sistemas de monocultura e sucessão de culturas.....</i>	23
2.2	Importância do agronegócio em Mato Grosso.....	27
2.2.1	<i>A cultura da soja.....</i>	28
2.2.2	<i>A cultura do milho.....</i>	30
2.2.3	<i>A cultura do algodão.....</i>	32
2.2.4	<i>Perspectivas de mercado das principais culturas em Mato Grosso.....</i>	34
2.3	Análise de rentabilidade e risco em atividades agrícolas.....	37
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.1	Fonte de dados.....	44
3.2	Escopo da pesquisa.....	45
3.3	Método.....	47
3.4	Apresentação dos resultados.....	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4.1	Análise dos custos de produção.....	58
4.2	Análise estatística da renda líquida.....	61
4.3	Análise estatística do índice de lucratividade.....	63
4.4	Análise de sensibilidade da renda líquida.....	64
4.5	Análise de sensibilidade do índice de lucratividade.....	67
4.6	Análise da influência dos itens de custo mais impactantes.....	70
4.7	Percentis de risco da renda líquida.....	73
4.8	Percentis de risco para o índice de lucratividade.....	75
5	CONCLUSÕES.....	78
	REFERÊNCIAS.....	80
	ANEXOS.....	87

1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios atuais para os produtores agrícolas é o desenvolvimento de métodos de produção que, ao mesmo tempo, atendam à elevada demanda mundial por alimentos, sejam economicamente viáveis e causem o mínimo de agressões ao meio ambiente. Durante muitos anos, métodos convencionais de produção, baseados no uso crescente de fertilizantes químicos e pesticidas, elevaram os níveis de produtividade, mas também trouxeram danos ao meio ambiente segundo a *Food and Agriculture of the United Nations* - (FAO, 2017). A técnica de produção convencional mais utilizada há muitos anos é o plantio em sistema de monocultura, na qual se direciona o foco da propriedade na condução de apenas uma cultura de interesse econômico e mais adaptada às características da região (FIGUEROLA et al., 2015).

Este sistema traz algumas vantagens ao produtor como, facilitar a exploração da área pelo plantio de uma única cultura, melhorar a eficiência da mão-de-obra por focar em atividades direcionadas a aquela cultura e facilitar a administração da propriedade (PANAITESCU et al., 2015). No entanto, as desvantagens deste sistema são relevantes aos produtores como aumento da probabilidade de erosão do solo, de esgotamento do solo e da proliferação de pragas e doenças, crescente aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas, exigindo dos produtores maiores investimentos para a manutenção dos níveis de produção das propriedades (DELONGE et al., 2016).

Vários trabalhos destacam os impactos negativos da monocultura há muitos anos para diferentes culturas e regiões do mundo (FRANCIS; SANDERS 1978; SANTOS et al., 1996; XING; WESTPHAL, 2009). Mais recentemente, Feng et al. (2017) avaliaram a renda líquida e os efeitos da adoção de diferentes padrões de plantio no crescimento e na produção de algodão em sistema duplo com trigo, comparativamente aos resultados da cultura do algodão em sistema de monocultura, no vale do Rio Amarelo na China. Os autores concluíram que a produção total de algodão nos tratamentos em sistema duplo com o trigo foram menores do que no tratamento em

monocultura, exceto na área onde a fertilidade do solo era mais elevada, onde os valores não apresentaram tanta discrepância. Entretanto, a renda líquida, a fertilidade do solo e a capacidade de mecanização da área nos tratamentos com o plantio duplo foram maiores do que na monocultura, principalmente no tratamento com algodão semeado diretamente com o trigo e nas áreas de elevada fertilidade.

Machiani et al. (2018) avaliaram a efetividade de diferentes tratamentos consorciados de pimenta e soja sobre: a) o total de biomassa produzida de pimenta e soja, b) as quantidades de óleo essencial de pimenta e óleo composto de pimenta e soja, c) a qualidade do óleo essencial da pimenta e d) o retorno econômico da atividade comparativamente aos resultados dos plantios de pimenta e soja em monocultura, na cidade de Maragheh no Iran. Segundo estes autores, a maior produção de biomassa de pimenta e de soja foram obtidas nos plantios em monocultura mas, as maiores quantidades e melhores qualidades de óleo de pimenta e óleo composto e os maiores retornos econômicos foram obtidos nos tratamentos consorciados. Eles ainda ressaltaram que o plantio em sistema consorciado promoveu uma redução no uso de fertilizantes, pesticidas e outros insumos químicos.

Dados os efeitos negativos do sistema de monocultura, é crescente a adoção de sistemas conservacionistas baseados na diversificação de espécies, como o uso de rotação de culturas, de sistemas agroflorestais e da sucessão culturas em uma mesma área (SOUZA et al., 2012). Dentre estes métodos, o sistema de sucessão de culturas tem relativa importância para a agricultura mundial, principalmente no cultivo de espécies anuais (VALENTE et al., 2017). No Brasil, por exemplo, este sistema respondeu por 35% da produção nacional de grãos na safra 2015/16, com destaque para a sucessão de culturas soja-milho a mais utilizada (CHIESA et al., 2016).

Esta técnica apresenta algumas vantagens ao produtor em relação ao sistema convencional, como melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, protege o solo contra a erosão, melhora o aproveitamento de fertilizantes reduzindo os custos com adubação mineral, melhora as

condições para o desenvolvimento de predadores, alterna a exploração de água e nutrientes nas diferentes camadas do solo, agrega valor à propriedade com a venda de mais produtos, reduz os riscos de mercado pela diversidade de produtos produzidos e aumenta a eficiência na utilização de insumos (CORREIA, 2013; SOUZA FILHO, 2016). Entretanto, pode apresentar também algumas desvantagens como esgotamento do solo pelo cultivo sucessivo, aumenta a proliferação de pragas e doenças e o tráfego intenso de maquinário na área e eleva a probabilidade de compactação do solo (VERNETTI JUNIOR et al., 2009).

Bennett et al. (2012), analisando sistemas de sucessão de culturas para as culturas milho, trigo e soja, verificaram que nos primeiros anos o sistema de sucessão culturas acarretou em melhores resultados ao produtor em relação ao sistema convencional de plantio. No longo prazo, os sistemas em sucessão de culturas, apresentaram substancial queda de produtividade, com resultados muito próximos ao sistema convencional.

Andebert et al. (2016) avaliando 19.876 registros de plantio em sistema de sucessão de culturas de 60 propriedades na região norte da Alemanha, entre 2005 e 2014, envolvendo as culturas da batata, beterraba, trigo, aveia, cevada, centeio, triticale, milho, canola e áreas com vegetação nativa, concluíram que a escolha das culturas que compõem o sistema de sucessão foi importante na quantidade de fungicidas e inseticidas utilizados nestas propriedades. As propriedades que plantaram milho em vários anos seguidos apresentaram uma maior necessidade de aplicação destes defensivos enquanto as propriedades que promoveram uma maior diversificação nas sequências de culturas demandaram menores quantidades de produtos. Os autores concluem que a escolha da sequência de plantio e quais culturas irão compor o sistema de sucessão de culturas influem no resultado final da produção.

Andrade et al. (2017) analisando 5 sistemas de sucessão de culturas (canola/soja, trigo/soja, cevada/soja, ervilha/soja e ervilha/milho) e 2 sistemas de monocultura (soja e milho), caracterizaram a influência da cultura anterior na produtividade e no uso de recursos da cultura subsequente em sistemas

conduzidos repetidamente, e concluíram que a maior diversificação na sucessão de culturas é mais eficiente do que a repetição da mesma sequência por longo período e que o plantio de uma cultura subsequente ao plantio da mesma cultura consorciada, como o plantio do milho em seguida ao consórcio milho/soja, apresentou grande decréscimo na quantidade produzida.

Nota-se que ambas as formas de plantio apresentam bônus e ônus em suas aplicações, além de riscos associados aos aspectos biológicos e de mercado tanto no regime de produção em monocultura quanto em sucessão de culturas. Além dos riscos gerados na escolha de um sistema produtivo, a outras fontes potenciais de risco que devem ser analisadas para o correto planejamento da produção, como as oscilações no preço de venda da cultura escolhida, variação cambial da moeda local, alterações climáticas inesperadas, variações nos preços dos principais insumos, custos logísticos, mudanças nos padrões de consumo, entre outras. A incorreta gestão de riscos nas atividades agrícolas pode acarretar em prejuízos em outros setores da economia como o comércio e a indústria, seja pela redução na oferta de produtos para abastecimento, sejam pelos efeitos na renda da população, na diminuição na oferta de empregos e na arrecadação de impostos (LOPES, 2017).

No estado de Mato Grosso, há potenciais fontes de risco que merecem destaque por parte dos produtores, como as variações nos preços das principais culturas nos mercados internos e externos, a elevação nos preços dos principais insumos agrícolas necessários à produção e os elevados custos logísticos para escoamento da produção no estado, de acordo com o Instituto mato-grossense de economia agropecuária - IMEA (2017a, 2017b). Para as maiores culturas conduzidas no estado, a soja, o milho e o algodão, estes fatores influenciam diretamente na escolha da cultura a ser produzida, sendo de grande relevância a análise prévia destas fontes de risco (BRASIL, 2017a; IMEA, 2017a).

A variação dos preços de venda dos produtos influi na rentabilidade da atividade agrícola, podendo gerar prejuízos ao produtor. Para a safra 2017/18, há uma expectativa de elevação na produção total de soja, milho e algodão no

estado de Mato Grosso, mas espera-se também uma redução nos preços de venda destas culturas, tanto nos mercados nacionais quanto internacionais, dificultando a escolha da cultura a ser produzida (BRASIL, 2017a; IMEA, 2017a, 2017b, 2017c). A elevação nos preços dos insumos eleva também os custos de produção, o que acarreta na inviabilidade de determinada atividade ou na alteração do gerenciamento prévio elaborado para aquela cultura. Há uma tendência de elevação nos preços dos principais insumos para as 3 culturas nas últimas safras (BRASIL, 2017a). Os custos logísticos do estado de Mato Grosso são os mais elevados do Brasil e dificultam o escoamento da produção agrícola do estado para os principais portos nacionais, reduzindo a competitividade da produção agrícola do estado frente aos outros estados brasileiros e também frente aos outros países produtores destas culturas (IMEA, 2017b).

Nota-se que avaliar os sistemas de plantio previamente e os principais fatores de risco que podem alterar o desempenho da atividade agrícola é fundamental para o planejamento e controle da propriedade (BIASIO et al., 2015). Na literatura internacional, encontra-se relevante contribuição de trabalhos que avaliaram a rentabilidade comparando-se diferentes sistemas de produção agrícola e o comportamento das potenciais fontes de risco a estes sistemas (SALASSI et al., 2013; BÜRGER et al., 2015; RIDIER et al., 2016). Entretanto, na literatura nacional encontram-se raros trabalhos que avaliaram ambos os aspectos, como o de Esperancini (2006), destacando a realização da presente pesquisa.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a rentabilidade e os riscos econômicos para a adoção do sistema de sucessão de culturas anuais (cultivos de verão seguidos de cultivos de inverno) em relação ao sistema convencional em monocultura, para as culturas da soja, do algodão e do milho no estado de Mato Grosso. Como objetivos específicos, buscou-se identificar quais as principais fontes potenciais de risco para cultura e avaliar como elas influenciaram os resultados finais das simulações de cada sistema.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Principais sistemas de plantio adotados

O crescimento acelerado da população e a diminuição dos recursos naturais geraram uma grande pressão por parte da sociedade na busca da sustentabilidade dos sistemas produtivos e no desenvolvimento e adoção de práticas que maximizem os resultados, reduzam os impactos ambientais negativos e que conciliem os resultados ambientais, econômicos e sociais. No foco deste problema, a atividade agrícola é a mais criticada dada a ampla demanda de recursos naturais para a produção e os impactos negativos ao meio ambiente que tem causado (SECRETI, 2017).

Um sistema de produção pode ser definido como “um conjunto de atividades de cultivo ou criação, no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir dos fatores de produção, terra, capital e mão-de-obra e interligados por um processo de gestão”. Estes sistemas de produção podem ser classificados por sua complexidade e pelo grau de interação entre as atividades que compõem tal sistema. Os sistemas de cultivo utilizados no país são o sistema em monocultura ou produção isolada, o sistema em sucessão de culturas, o sistema em rotação de culturas, o sistema em consorciação de culturas ou policultivo e o sistema em integração (BRASIL, 2012).

No entanto, a escolha do sistema de produção a ser adotado é pautada principalmente em aspectos políticos e econômicos como, preço de venda favorável da cultura, políticas de incentivo e subsídios para determinadas culturas, dificuldade de gestão de múltiplas culturas, custos de produção, entre outros, somadas as pressões por alta produtividade e produção para atender a demanda crescente por alimentos. Estes fatores guiam a maioria dos produtores a optarem pelo plantio de culturas de maior rentabilidade e a adotarem o sistema de monocultura nas propriedades (HALLORAN; ARCHER, 2008; FRENCH et al., 2015).

Apesar do cenário não favorável, há produtores que optam por técnicas conservacionistas em suas propriedades em substituição ao sistema de monocultura, como a produção em sistema de sucessão de culturas, através do plantio sequencial de diferentes culturas na mesma área (SOUZA et al., 2012; MELO et al., 2014; PINTO NETO et al., 2014; BRASIL, 2017c).

Nas próximas seções deste trabalho os sistemas de monocultura e sucessão de culturas são detalhados.

2.1.1 Os sistemas de monocultura e sucessão de culturas

O sistema de monocultura consiste na condução de uma cultura em determinada área, de forma isolada, por um período específico (BRASIL, 2012). Na FIGURA 1 é apresentado um exemplo de sistema de monocultura em duas áreas diferentes, na mesma propriedade.

Figura 1 – Exemplo de sistema de monocultura para soja e milho

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
Gleba 1	Pousio Soja	Pousio Soja	Pousio Soja	Pousio Soja	Pousio Soja	Pousio Soja
Gleba 2	Pousio Milho	Pousio Milho	Pousio Milho	Pousio Milho	Pousio Milho	Pousio Milho

Fonte: BRASIL (2012).

O sistema de monocultura é muito utilizado pelos produtores, principalmente em grandes propriedades. Baseando-se em conceitos como especificidade da produção, alto investimento em maquinário e defensivos agrícolas e o desenvolvimento contínuo de plantas geneticamente melhoradas e adaptadas a diversos ambientes, buscando elevados níveis de produção e produtividade (LIMA et al., 2016). As vantagens e desvantagens da adoção da monocultura são descritas na TABELA 1.

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens do sistema de monocultura

Vantagens	Desvantagens
Planejamento facilitado	Extremamente dependente do clima
Menor capital investido	Degrada o solo e reduz a produtividade
Mecanização facilitada	Exige épocas de pousio
Mão-de-obra mais simplificada e facilitada	Tende a aumentar pragas e doenças
Somente um pico de trabalho	Declínio gradativo do rendimento das culturas
Comercialização mais fácil	Maior pressão de seleção de plantas daninhas
Maior facilidade de crédito	Extremamente dependente do preço de mercado

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2012).

Apesar das vantagens obtidas no gerenciamento da produção e na captação de financiamento pelo uso do sistema de monocultura, é consenso entre os pesquisadores que o plantio contínuo de uma única cultura repetidamente na mesma área acarreta em inúmeros malefícios ao solo, aumenta a incidência de pragas, doenças e plantas daninhas e acarreta queda na produção ao longo dos anos (Ver TABELA 1).

Recentemente, Reis et al. (2014) avaliaram a porcentagem de emergência de plântulas, a incidência de podridões radiciais e a produtividade da cultura da soja, na safra de verão, comparando os sistemas de plantio em monocultura, sucessão de culturas e rotação de culturas na cidade de Passo Fundo - RS. Os autores verificaram que na emergência das plântulas de soja não houve diferença estatística entre os tratamentos mas, quanto a incidência de podridões radiculares o sistema de monocultura apresentou uma intensidade de 99,2%, o resultado mais elevado. Quanto à produtividade dos sistemas, novamente o sistema de monocultura obteve os piores resultados, principalmente quando a cultura da soja foi precedida pelo pousio da área na safra de inverno.

Jahanzad et al. (2015), avaliaram a resposta do milho em associação com a soja para a produção de silagem, avaliando a qualidade da matéria-prima final, a produtividade e a rentabilidade do milho comparativamente ao sistema de monocultura durante dois anos. Os autores notaram que o tratamento que continha 60% de milho com 40% de soja apresentou os melhores resultados para a produtividade, qualidade do material e rentabilidade entre os tratamentos e que os tratamentos consorciados apresentaram melhores resultados do que a monocultura.

Vieira et al. (2016) avaliaram se o aumento da diversidade de plantas interfere na quantidade de microrganismos do solo (bactéria, fungo e *archaea*) comparando os sistemas de monocultura, sucessão de culturas e rotação de culturas no município de Itiquira - MT. Os autores avaliaram que a maior diversidade de culturas promoveu uma elevação na quantidade de microrganismos no solo e que os piores resultados foram obtidos no sistema de monocultura. Ainda de acordo com os autores, esta maior proporção de microrganismos favorece os processos biológicos do solo e o desenvolvimento das culturas conduzidas na área.

Götze et al. (2017) compararam a queda de produtividade da cultura da beterraba em sistema de monocultura e em sistemas de rotação de culturas com trigo, milho, batata e alfafa, em Wittenberg na Alemanha, e concluíram que os sistemas de rotação de culturas apresentaram maior produtividade e qualidade de raízes no mesmo tratamento do que a monocultura. Entretanto, a produção total de raízes foi obtida em maior escala no sistema de monocultura do que em rotação de culturas. Os autores ressaltam que para os produtores que buscam um sistema de produção ambientalmente mais eficiente e com maior estabilidade de produtividade, a rotação de culturas da beterraba com alfafa apresentou-se como a melhor opção.

Como uma opção ao sistema de monocultura, o sistema de sucessão de culturas pode ser definido como a repetição sazonal de uma sequência de duas espécies vegetais no mesmo espaço produtivo, por vários anos (BRASIL, 2012). Na FIGURA 2 é apresentado um exemplo de sistema de sucessão de

culturas em duas áreas diferentes, na mesma propriedade, com uma cultura desenvolvida na safra de verão e outra subsequente na safra de inverno.

Figura 2 – Exemplo de sistema de sucessão de culturas

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
Gleba 1	Trigo Soja	Trigo Soja	Trigo Soja	Trigo Soja	Trigo Soja	Trigo Soja
Gleba 2	Milho Soja	Milho Soja	Milho Soja	Milho Soja	Milho Soja	Milho Soja

Fonte: BRASIL (2012).

A utilização do sistema de sucessão de culturas difundiu-se entre os produtores por meio do plantio de culturas anuais e em regiões com duas safras produtivas no mesmo ano. Em países de clima temperado, as sucessões com milho na safra de verão e trigo na safra de inverno ou milho na safra de verão e aveia na safra de inverno são amplamente utilizadas (YANG et al., 2016). No Brasil, nos maiores estados produtores de grãos, como Mato Grosso e Paraná, as sucessões de culturas soja-milho, soja-trigo e milho-trigo são comumente utilizadas para a condução destas culturas (BRASIL, 2017c). As vantagens e desvantagens do sistema de sucessão de culturas são apresentadas na TABELA 2.

Tabela 2 – Vantagens e desvantagens do sistema de sucessão de culturas

Vantagens	Desvantagens
Melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo	Aumenta a compactação do solo
Melhora o aproveitamento de fertilizantes	Causa esgotamento do solo pelo cultivo sucessivo
Reduz os custos com adução mineral	Aumenta a incidência de pragas e doenças
Elevar produtividade	Queda de produtividade ao longo dos anos

Fonte: (CARVALHO et al., 2007; BENNETT et al., 2012)

Nota-se que, tanto o sistema de monocultura quanto o de sucessão de culturas apresentam vantagens e desvantagens (Ver TABELAS 1 e 2) nos aspectos ambiental e econômico, não havendo assim uma conclusão absoluta quanto ao melhor sistema a ser utilizado e a necessidade da avaliação prévia de ambos os sistemas.

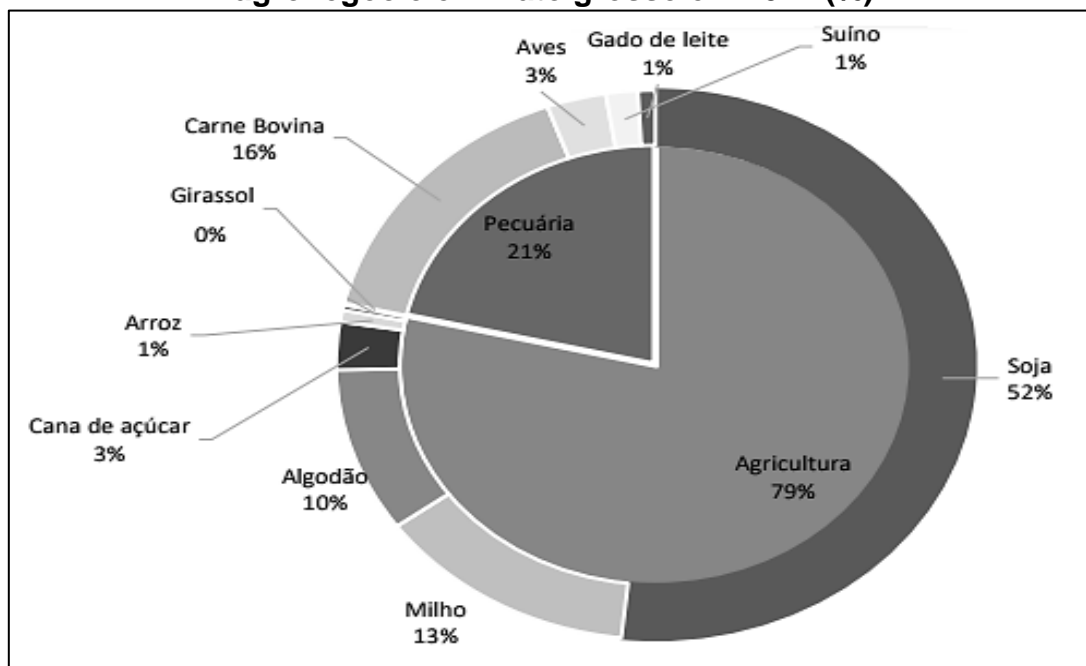
2.2 Importância do agronegócio em Mato Grosso

Dentre as principais regiões agrícolas brasileiras, a região Centro-Oeste apresenta-se como uma das mais importantes, principalmente no cultivo de grãos, respondendo por 42% do total produzido nacionalmente na safra 2015/16 (BRASIL, 2017a). Nesta região, o destaque maior fica para o estado de Mato Grosso devido aos elevados índices de produção, produtividade e área plantada apresentados nos últimos anos. A partir da safra 2001/02, a produção agrícola do estado apresentou evolução considerável, passando de 13 para 61 milhões de toneladas produzidas na safra 2016/17 (IMEA, 2017c). Graças a este crescimento, as projeções indicam que o estado apresentará o maior valor bruto de produção (VBP) agropecuária do país, com uma expectativa de R\$ 78,03 bilhões no balanço do ano de 2017, a frente do estado de São Paulo com um valor de R\$ 74,18 bilhões (BRASIL, 2017d).

A agropecuária também representa uma fonte importante de receitas para o estado, respondendo por 50,5% do total de receitas. Este valor é expressivo comparando-se com a participação deste setor na economia dos outros estados brasileiros. Em Santa Catarina, segundo maior resultado, a participação do agronegócio foi de 46%. No Rio Grande do Sul e no Paraná os valores foram de 40,6% e 40% respectivamente. Destaca ainda mais a participação do agronegócio em Mato Grosso a comparação com a média nacional que foi de 22,5% (IMEA, 2017b).

Na FIGURA 3 são apresentadas as participações das principais culturas no VBP do agronegócio no estado.

Figura 3 – Participação das culturas no Valor Bruto da Produção (VBP) do agronegócio em Mato grosso em 2017 (%)



Fonte: IMEA (2017b)

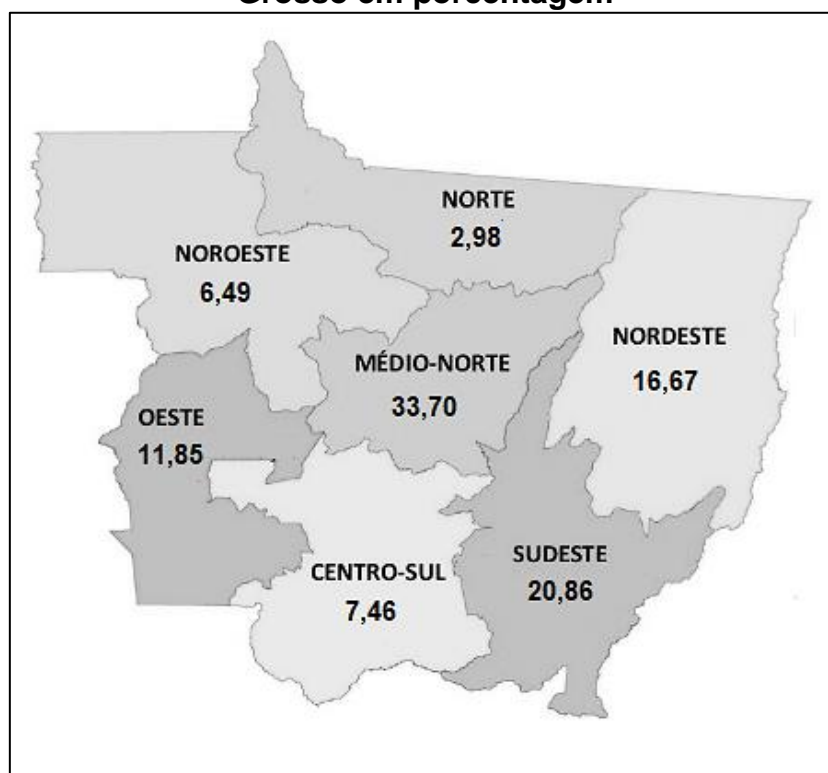
Dentre as culturas produzidas no estado, é evidente a maior importância para as culturas da soja, do milho e do algodão, pois juntas respondem por 65% do VBP do estado (Ver FIGURA 3). Dada a importância destas culturas para a economia local, estas foram as escolhidas para a realização desta pesquisa. Nas próximas seções é apresentado um maior detalhamento de informações para cada cultura.

2.2.1 A cultura da soja

Nos últimos anos, é grande a evolução da cultura da soja no estado, onde a área plantada passou de 3,1 milhões de hectares na safra 2000/01 para 9,1 milhões para a safra 2016/17, o que representa 27% da área total de soja produzida no Brasil e 9% do total no Mundo. Também destaca-se o avanço no total produzido, partindo de 9,6 milhões de toneladas na safra 2000/01 para 31,2 milhões na safra 2016/17 (IMEA, 2017b).

As principais regiões produtoras de soja no estado são a Médio-Norte e a Sudeste, com uma expectativa de produção na safra 2016/17 de 3,16 e 1,96 milhões de hectares plantados, respectivamente. Estas regiões respondem por 33,70% e 20,86% do total de soja produzido pelo estado. Outra região com importante produção é a região Nordeste com 16,67% (IMEA, 2017a). A porcentagem que cada região de Mato Grosso apresenta de área plantada para a cultura da soja é apresentada na FIGURA 4.

Figura 4 – Distribuição da produção de soja por região do estado de Mato Grosso em porcentagem



Fonte: Adaptado de IMEA (2017a)

Os produtos comercializados a partir da colheita e processamento da soja são o grão, o farelo e o óleo, com a venda do grão em maior quantidade, em segundo o farelo e em terceiro o óleo. Em publicação de IMEA (2017b), a expectativa de comercialização dos produtos da soja para a safra 2016/17 dar-se-á da seguinte maneira:

- **Grãos:** 55% voltado para a exportação direta, 29% vendido no mercado interno, 14% comercializado no mercado interestadual e 2% reservado em estoque.

- **Farelo:** Produzido a partir de 79% do total de grãos que são comercializados no mercado interno, sendo vendido da seguinte maneira: 61% para a exportação, 25% no mercado interestadual e 12% no mercado interno.

- **Óleo:** Produzido a partir de 21% do total de grãos que são comercializados no mercado interno, sendo vendido da seguinte maneira: 43% no mercado interestadual, 34% no mercado interno e 17% para exportação.

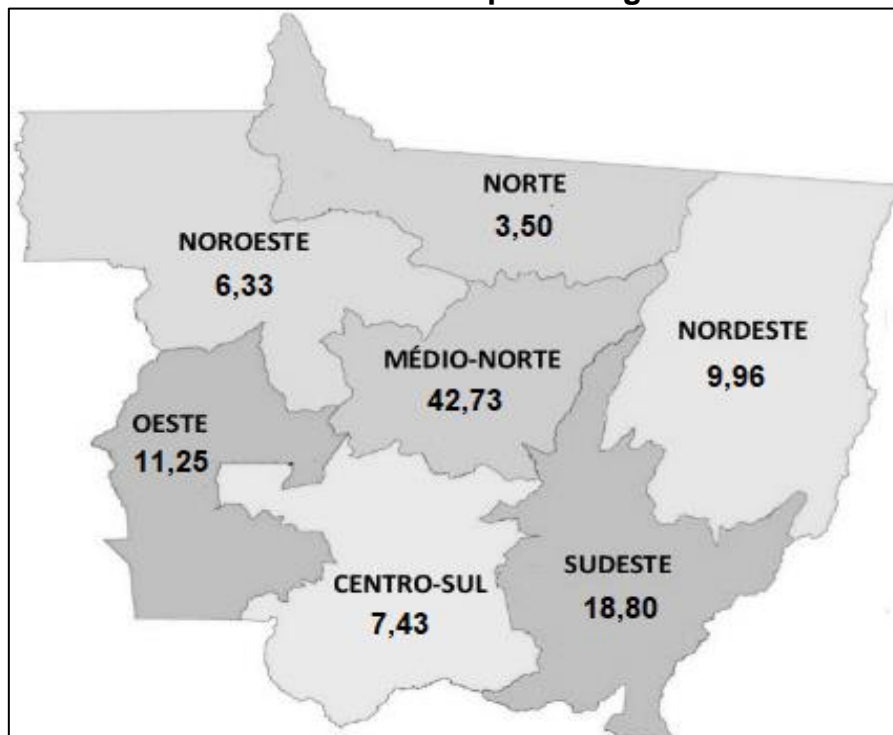
A soja é cultivada no estado tanto como cultura única na propriedade, em sistema de monocultura, como uma das culturas que compõem o sistema de sucessão de culturas. Tanto no sistema de monocultura quanto em sucessão de culturas, é conduzida preferencialmente na safra de verão (IMEA, 2017a).

2.2.2 A cultura do milho

A produção mato-grossense de milho é relevante para a econômica local e nacional, como uma das maiores *commodities* produzidas no país. O estado é responsável pela produção de 31% do total do grão produzido no Brasil e de 3% do total produzido no mundo. Considerando-se somente a safra de inverno, o estado responde por 46% do total produzido no país, o que mostra a maior tendência de plantio nesta época do ano. Outra informação relevante é a evolução da produção de milho no estado, passando de 0,5 milhão de toneladas na safra 2000/01 para 4,7 milhões na safra 2016/17 (IMEA, 2017b).

A maior região produtora de milho do estado é a Médio-Norte, com 42,73% da produção total para a safra 2016/17, o que corresponde a 2,02 milhões de hectares plantados. Esta maior contribuição fica evidente com a expectativa de área plantada para a segunda maior região produtora, a Sudeste, com pouco mais de 890 mil hectares plantados e uma participação de 18,80% (IMEA, 2017d). Na FIGURA 5 é apresentada a contribuição de cada região do estado para a cultura do milho.

Figura 5 - Distribuição da produção de milho por região do estado de Mato Grosso em porcentagem



Fonte: Adaptado de IMEA (2017d).

O Milho pode ser cultivado em ambas as safras, com o plantio nos meses de maior incidência de chuvas, mas a menor oferta do produto no mercado internacional e a ocorrência de preços mais elevados têm levado os produtores a optar pelo plantio na safra de inverno (segunda safra) nos últimos anos (IMEA, 2017d). Para a segunda safra do milho, o período ideal para a realização do plantio é no mês de Janeiro e a colheita iniciando-se no final do mês de Junho e início de Julho. A expectativa é que a produção em segunda safra seja responsável por 99% do total do milho produzido no estado na safra 2016/2017 (BRASIL, 2017a). Dada à época do plantio em segunda safra e o aproveitamento do solo o ano todo, o milho é preferencialmente cultivado no sistema de sucessão de culturas sucedendo a colheita da soja de primeira safra (IMEA, 2017c).

O principal produto da comercialização do milho é o grão, tanto para consumo direto quanto para a produção de rações para animais e outros derivados. As estimativas indicam que a maior parcela dos grãos será destinada para a exportação (57%) e para a venda no mercado interestadual

(22%). O restante será dividido entre o mercado interno do estado (15%), compras realizadas por órgãos públicos (3%) e para estocagem (3%). Do total destinado para comercialização no mercado interno, aproximadamente 74% será destinado a formulação de rações para animais, sendo 33% para aves, 26% para suínos, 24% para bovinos de corte, 12% para bovinos de leite (IMEA, 2017b).

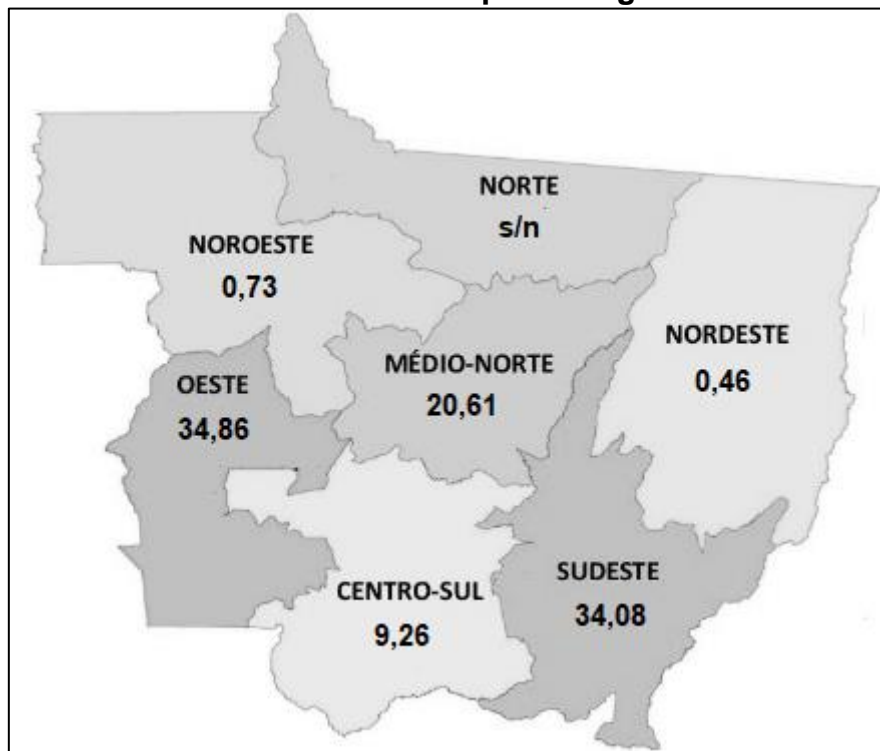
A expectativa para o fechamento da safra 2016/17 para cultura do milho no estado é de crescimento da produção, com um resultado 59,45% maior do que na safra 2015/16. As melhores condições climáticas favoreceram a condução da cultura e elevaram a produtividade em todas as regiões. O ponto negativo é que, dada a maior oferta do grão no mercado interno, há uma pressão para a redução dos preços, acarretando uma maior dificuldade para comercialização da produção (IMEA, 2017d).

2.2.3 A cultura do algodão

O estado de Mato Grosso é o maior produtor nacional de algodão, com uma expectativa de 2,53 milhões de toneladas de caroço e 1,01 milhão de toneladas de plumas produzidas na safra 2016/17 (BRASIL, 2017a). Este montante corresponde a 68% do total produzido no país (IMEA, 2017b).

As principais regiões produtoras no estado são as regiões Oeste e Sudeste que juntas respondem por 68,94% da área total plantada no estado. Também destaca-se a produção da região Médio-Norte com 20,61% como apresentado na FIGURA 6. Dada à baixa produção da cultura do algodão na região Norte, a publicação do órgão não registrou resultados expressivos.

Figura 6 - Distribuição da produção de milho por região do estado de Mato Grosso em porcentagem



Fonte: Adaptado de IMEA (2016).

A época de cultivo do algodão pode variar entre as regiões do estado, com plantios realizados tanto na safra de verão como na safra de inverno. Em primeira safra, o algodão é comumente conduzido em sistema de monocultura, com o plantio iniciando-se entre Setembro e Outubro. Em segunda safra, o plantio ocorre após a colheita da cultura soja, em meados de Janeiro e Fevereiro de acordo com o Instituto mato-grossense do algodão – IMAMT (2014).

Nas últimas safras, há uma maior tendência dos produtores adotarem o plantio em segunda safra, devido a melhores condições de preço e comercialização do produto no mercado interno. Entre as safras 2011/12 e 2016/17, a área de plantio em primeira safra sofreu uma redução de 78,7% enquanto a área em segunda safra cresceu 52,9%, o que comprova esta alteração na opção dos produtores (IMEA, 2016).

Após a colheita do algodão, são obtidos o caroço e a fibra, inicialmente unidos, o que demanda a separação destes produtos previamente à comercialização. Esta etapa é chamada beneficiamento e feita em máquinas

que separam a fibra do caroço do algodão e do línter, uma espécie de camada fina de material que fica aderida à semente, dificultando a separação da mesma da pluma e servindo de abrigo para pragas no armazenamento do produto, de acordo com a Associação brasileira dos produtores de algodão - ABRAPA (2013).

Outra dificuldade proveniente do beneficiamento do algodão é o rendimento final em pluma, pois na separação das fibras da semente, muito do material é perdido ou não apresenta qualidade significativa para comercialização, o que acarreta em um rendimento médio final de apenas 39% (IMAMT, 2014).

Os principais subprodutos comercializados são a fibra e o caroço. Do total produzido, a expectativa é que a produção de caroço seja mais elevada (55%) contra (40%) de pluma. Como o caroço normalmente é destinado às unidades beneficiadoras para pagamento dos custos de beneficiamento (IMAMT, 2014), a comercialização da pluma ganha maior destaque. Do total produzido no estado, 63% é destinado à exportação, 35% para o mercado interestadual, 1% para o mercado interno e 0,1% para ser estocado (IMEA, 2017b).

2.2.4 Perspectivas de mercado das principais culturas em Mato Grosso

As expectativas para o mercado da soja para a safra 2017/18 são promissoras, com a elevação, ainda que pequena, das importações de grãos pela China e o crescimento nas produções do Brasil, dos EUA e da Argentina, responsáveis pela maior fatia do mercado internacional da cultura, cerca de 42% (BRASIL, 2017a). Outra informação relevante neste mesmo levantamento é a perspectiva de crescimento dos estoques dos EUA, mesmo com o aumento da produção do país, o que pode levar a uma procura por importação do grão.

Em contrapartida, a tendência de queda dos preços da soja irá continuar para a próxima safra, muito pela expectativa de crescimento da produção dos principais produtores mundiais, gerando uma grande oferta do grão no

mercado internacional. Como os preços no mercado interno acompanham os valores das bolsas internacionais, os valores de venda no país tendem a reduzir, afetando diretamente a rentabilidade dos produtores de Mato Grosso, maior produtor nacional. Caso não ocorra algum fator para redução da produção de soja nos EUA, a tendência é mesmo de baixa nos preços (IMEA, 2017c; BRASIL, 2017a).

Como a maior parte da comercialização dos grãos de soja são voltados para o mercado externo, o cenário para os produtores desta cultura não é dos melhores, pois a redução do preço de venda somada ao valor do frete e a aquisição de insumos importados, pode transformar a cultura em uma atividade que traga prejuízos. Apesar do valor do dólar elevado nos últimos meses favorecer a venda do produto nesta moeda, os preços dos principais insumos também a acompanham, elevando assim os custos de produção (IMEA, 2017c).

Para a cultura do milho, a perspectiva de elevação nos valores de produtividade dos produtores de Mato Grosso, acarreta em um crescimento da produção final do grão para esta safra e assim uma maior disponibilidade no mercado. Somado a isto, a produção americana também tende a crescer nesta safra o que pressiona a redução dos preços no mercado internacional e manutenção da tendência de diminuição dos valores das últimas safras (IMEA, 2017d).

Outro agravante é a expectativa de manutenção dos patamares atuais da criação de aves e suínos, principal fator para formação do preço do grão no mercado nacional, reduzindo também o preço do milho no mercado interno. Por esta maior oferta de produto, é provável que os produtores sejam forçados a comercializar os grãos mesmo com preços mais baixos, muito também pelo grande volume já estocado da safra anterior e a dificuldade de formação de novos estoques (BRASIL, 2017a).

Como ocorre com a cultura da soja, os mercados nacional e internacional não apresentam um cenário muito animador para os produtores de milho. Os preços em queda dos últimos meses aliado à crise econômica do Brasil

dificultam a comercialização dos grãos em ambos os mercados, exigindo que o produtor avalie qual o melhor destino da produção. Além disso, há o elevado custo de frete do estado para os principais portos, o que pode gerar prejuízos para o produtor que não avaliar corretamente o sistema produtivo (IMEA, 2017d).

Para a cultura do algodão, há também uma expectativa de crescimento tanto na produção mundial quanto no consumo global da cultura. O dado importante é que o consumo esperado é maior do que o total produzido, gerando uma redução dos estoques mundiais e um crescimento da possibilidade de compras futuras para reposição destes estoques. Mas os preços em queda nos últimos meses podem dificultar estes negócios (BRASIL, 2017a).

Quanto à produção nacional, também há uma previsão de crescimento devido a melhores condições climáticas nas principais regiões produtoras. O momento de crise econômica que o país enfrenta, gera retração dos investimentos das empresas médias e o consumo dos estoques próprios por parte das empresas grandes reduzindo assim a compra de matéria-prima pelas indústrias têxteis. Este cenário negativo aliado a uma elevação da oferta de pluma no mercado tende a reduzir os preços de venda do produto e manter a tendência de queda dos últimos meses (IMEA, 2016).

Nota-se que em todas as culturas há uma expectativa de melhores condições de cultivo e de crescimento da produção, mas um cenário de baixa dos valores de comercialização, o que dificulta a escolha de qual cultura ser produzida na propriedade. Além disso, outros fatores preponderantes devem ser contabilizados para a uma correta escolha das culturas. Um destes é o custo do frete para cada cultura, pois os valores registrados no estado encarecem muito a produção e dificultam tanto a comercialização interestadual quanto para a exportação de produtos (IMEA, 2017b).

Os fretes do estado são muito maiores do que em outras localidades reduzindo a competitividade das culturas. Esta realidade dá-se pela insuficiente malha rodoviária do estado, condição precária das rodovias, falta de opções

para o transporte de carga além do rodoviário e a maior distância geográfica dos principais portos de escoamento da produção (MACHADO et al., 2015).

Para as culturas da soja e do milho os valores do frete no mês de Outubro chegaram a patamares de R\$ 230,00/tonelada partindo da cidade de Sorriso para o porto de Paranaguá e de R\$ 240,00/tonelada partindo de Canarana para o porto de Santos. Para a cultura do algodão, o valor do frete teve uma variação maior, partindo de R\$ 186,92/tonelada de pluma da cidade de Rondonópolis para o porto de Paranaguá até R\$ 326,75/tonelada de Sinop para o nordeste de Santa Catarina. Nota-se uma elevação de valores para cada região produtora e destino final da produção (IMEA, 2016, 2017a, 2017d).

Também é relevante analisar e acompanhar os preços dos principais insumos para cada cultura, dada a importância destes itens para a formação dos custos de produção (BRASIL, 2017b). Avaliando o mercado de fertilizantes no Brasil, o Sindicato nacional da indústria de produtos para defesa vegetal - SINDIVEG (2017) afirma que no ano de 2016 os principais defensivos agrícolas comercializados no país foram fungicidas (33%), herbicidas (32,5%) e inseticidas (29%). O estado que mais consumiu estes produtos foi o estado de Mato Grosso seguido pelo estado de São Paulo e as culturas que mais demandaram os insumos foram a soja, o milho, a cana-de-açúcar e o algodão. O autor ainda cita que 85% do total destes produtos foram adquiridos por meio de importação, principalmente de China, EUA e Índia e que os fungicidas contribuíram com 59,72% deste valor. Como estes produtos são comercializados principalmente em dólar, o atual cenário de elevação da cotação da moeda frente ao real contribui para o aumento dos custos de produção e a diminuição da margem de lucro dos produtores, o que destaca ainda mais o processo de escolha da cultura mais adequada.

2.3 Análise de rentabilidade e risco em atividades agrícolas

O controle e avaliação das atividades empresariais são considerados imprescindíveis para a correta gestão e manutenção da competitividade dos

agentes nos mais variados ambientes de mercado, pois garante a correta gestão dos fatores e auxilia na elevação das margens de lucro. Este ambiente força as empresas a adotarem controles internos adequados para suportarem as ações da concorrência (WERNKE, 2007).

A administração eficiente é imprescindível para o sucesso de qualquer empreendimento e na empresa rural esta afirmação não é diferente. O êxito não consiste apenas em alcançar elevados níveis de produtividade, mas também em como gerenciar a produtividade obtida para alcançar o resultado pretendido (ANDRADE et al., 2011). O produtor rural, como qualquer outro empreendedor, não deve só se preocupar em produzir e vender seus produtos, mas também deve saber quanto custa para produzi-los e qual é a rentabilidade gerada pelos mesmos ao serem vendidos (BIASIO et al., 2015).

A análise da rentabilidade de um projeto econômico pode ser definida como “uma medida do desempenho de uma entidade ou de parte de uma, a qual pode ser representada por meio de uma medida absoluta, como lucro, ou por uma medida relativa, como a comparação entre lucro e investimento” (TAVARES FILHO, 2006). O autor ainda afirma que a rentabilidade deve ser interpretada como uma indicação da tendência do desempenho da empresa seja ela positiva ou negativa.

Há duas abordagens principais para se determinar a rentabilidade de atividades econômicas, o modelo determinístico, por considerar que a partir de um determinado valor de entrada para as variáveis elencadas, há a obtenção de um valor de lucro de forma inequívoca e, o modelo probabilístico ou estocástico, que considera que para cada variável de entrada existe uma distribuição de probabilidades dos valores a serem assumidos por esta variável (CORRAR, 1993). Ao contrário da análise determinística, que utiliza valores únicos para a obtenção de um indicador do sistema, geralmente a média das variáveis críticas, a abordagem estocástica permite incorporar as possibilidades de alterações das variáveis, segundo as probabilidades de sua ocorrência (MIGUEL et al., 2013).

Martins et al. (2016) afirmam que as variáveis que intervêm no sistema econômico possuem componentes aleatórios, e que os modelos que não as contemplam acabam não refletindo a realidade, gerando resultados equivocados. Na atividade agrícola, há inúmeros fatores de risco internos e externos ao sistema produtivo que devem ser contemplados nas previsões de rentabilidade. Portanto, na avaliação da rentabilidade de sistemas produtivos agrícolas, o uso de métodos probabilísticos é a melhor alternativa para obtenção de melhores resultados.

O uso de simulações para a resolução de modelos probabilísticos é de grande valia, pois possibilita trabalhar com as mais diversas formas de distribuição de probabilidades e de dependência entre as variáveis e não necessita da implantação *in loco* de atividades, reduzindo os custos nas análises de resultados. Dentro os métodos que utilizam simulações o método de Monte Carlo é citado na literatura como um dos mais eficazes (YORIYAZ, 2009).

De acordo com Correia Neto et al. (2002)

Esse método gera continuamente e aleatoriamente números a fim de criar vários eventos possíveis de acontecerem. Essa geração randômica isenta os números de uma inclinação mais otimista ou pessimista do autor da projeção. Cada geração de novos valores corresponde a um evento ou cenário provável de ocorrer, que é guardado em uma distribuição de probabilidade. A disposição desses eventos em uma distribuição possibilita a avaliação da probabilidade de ocorrência de cada evento, através de medidas de estatística descritiva, como a média e o desvio padrão.

O uso da simulação pelo método de Monte Carlo apresenta algumas vantagens como a possibilidade do estudo do comportamento de um sistema por meio de modelos que não interferem no mundo real, permite que dados relativos a meses e anos futuros possam ser obtidos em um pequeno período de tempo, a avaliação de sistemas com variáveis aleatórias, pois, por serem complexos, torna-se inviável a solução analítica das equações matemáticas que os descrevem, a comparação de alternativas de operação de um sistema e

avaliação das interações existentes entre as diversas variáveis de um sistema (SILVEIRA et al., 2013). Apesar das vantagens para sua utilização, Souza; Ribeiro (2006) destacam que esta metodologia possui limitações como a natureza computacional intensiva, a necessidade de uma avaliação cuidadosa da qualidade dos geradores de números aleatórios utilizados e das suas qualidades de repetição e a reprodução e portabilidade dos dados.

A literatura apresenta vários trabalhos com a utilização do método de Monte Carlo na avaliação da rentabilidade de sistemas produtivos.

Lima et al. (2007) promoveram uma análise da viabilidade econômica da implantação de cultivares de soja, comparando os plantios em semeadura direta e convencional, em sistema de rotação de culturas com a cultura da cana-de-açúcar, na região norte do Rio de Janeiro. Com o uso do método de simulação de Monte Carlo, os autores buscaram avaliar o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) para este sistema de rotação de culturas para os municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã. Como resultados, os autores avaliaram que o preço da soja foi o fator preponderante para a rentabilidade do sistema e que em Campos dos Goytacazes foi obtido o menor risco econômico.

Cordeiro; Silva (2010) determinaram a rentabilidade e riscos econômicos em um projeto para produção de Pupunha. A análise financeira proposta foi realizada mediante aplicação de simulações por meio do método de Monte Carlo, para determinar os indicadores de viabilidade econômica VPL, valor anual equivalente (VAE), TIR e relação benefício/custo (B/C). Pelos resultados obtidos, os autores concluíram que o projeto de produção de pupunha é uma atividade viável economicamente.

Souza et al. (2010) analisaram a rentabilidade e risco do plantio de café ecológico da área de proteção ambiental na Serra de Baturité no Ceará. Nas análises, os pesquisadores determinaram a rentabilidade do sistema por meio dos seguintes indicadores, Margem bruta, Margem líquida, Lucro, Taxa de remuneração do capital, valorização unitária da mão-de-obra familiar, ponto de equilíbrio, obtidos por meio do método de simulação de Monte Carlo. Os

autores puderam concluir que a rentabilidade em todos os cenários analisados foi confirmada e que os resultados médios obtidos foram superiores aos limites estabelecidos para os indicadores.

Melo et al. (2012) avaliaram a rentabilidade e riscos para o plantio de soja e milho na safra de verão para o estado do Paraná, mediante uso do método de simulação de Monte Carlo. Os autores concluíram que a cultura da soja apresentou-se mais viável para produtores com menor aversão a risco do que a cultura do milho.

Castro et al. (2013) avaliaram a rentabilidade e os riscos inerentes à produção de soja no estado de Goiás para a safra 2012/13. Os pesquisadores utilizaram simulações por meio do método de Monte Carlo para determinar a rentabilidade do sistema de produção de soja no estado. Como resultados, os autores concluíram que o plantio de soja em Goiás é uma atividade com risco baixo e lucrativa, considerando a atividade como economicamente estável.

Fernandes (2013) determinou a rentabilidade e riscos para a produção de eucalipto voltado a produção de energia em Minas Gerais. A rentabilidade do sistema foi determinada por meio dos parâmetros VPL e TIR, obtidos por meio de simulações pelo método de Monte Carlo. O autor pôde concluir após as análises que o projeto de produção de eucalipto é rentável para o período analisado.

Silva et al. (2014) analisou a rentabilidade e os riscos no plantio de Candeia. Os autores utilizaram o método de simulação de Monte Carlo para determinação da rentabilidade do VAE. Os autores concluíram que o plantio de candeia em espaçamentos maiores é mais lucrativo e com menor risco de obter resultados desfavoráveis do que o plantio em espaçamentos menores.

Nota-se que a avaliação da rentabilidade de diferentes sistemas produtivos por meio do uso de simulações baseadas no método de Monte Carlo é eficiente. Também é necessária a inclusão da variável risco na avaliação de sistemas produtivos, devido à complexidade de processos e avanços tecnológicos atualmente, o que torna a previsão de resultados dificultada. A

literatura a respeito de análises de risco relacionada à determinação da rentabilidade de sistemas produtivos é extensa e abrange os mais variados indicadores de desempenho que podem ser empregados em suas determinações (ESPERANCINI, 2006).

Ponciano et al. (2004) verificaram a viabilidade econômica e riscos para a produção de frutas na região norte do estado do Rio de Janeiro. Os autores utilizaram os resultados de VPL e TIR em simulações mediante uso do método de Monte Carlo para suas determinações e concluíram que todas as atividades analisadas apresentaram-se economicamente viáveis para a condução na região norte do estado do Rio de Janeiro.

Kreuz et al. (2005) calcularam a rentabilidade e os riscos inerentes a produção de uva destinadas a produção de suco e vinho no meio oeste Catarinense. Para tanto, os autores determinaram o VPL, a TIR, o retorno adicional sobre o investimento (ROIA) e o *pay-back* do projeto simulado. A partir destes indicadores, os autores concluíram que apesar da leve supremacia da produção de uva destinada para vinho, os indicadores calculados sinalizam para uma rentabilidade baixa tanto para o caso do vinho como para o suco.

Figueiredo et al. (2006) analisaram a rentabilidade e riscos relacionados a implementação de um aviário na região de Viçosa-MG. Os autores utilizaram como indicadores de rentabilidade o VPL, TIR, e B/C, além da análise de sensibilidade e riscos dos resultados para determinar que a implantação do aviário na região de viçosa foi uma atividade rentável.

Melo et al. (2008) analisaram a produção de frango de corte no estado do Paraná. Os autores determinaram a renda líquida e os riscos por meio do método de simulação de Monte Carlo e concluíram que em menores níveis de risco o sistema climatizado apresentou maiores prejuízos, mas que aumentando-se este nível de risco admissível, o sistema passa a obter os melhores resultados.

Ayroza et al. (2011) promoveram uma análise econômica e de riscos a produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-rede utilizando de diferentes densidades de estocagem. Os autores determinaram a receita líquida dos tanques pelo levantamento de custos e receitas dos sistemas produtivos e posterior análise de variância dos dados mediante uso do programa SAS. Os autores concluíram que as maiores receitas líquidas foram obtidas nas densidades de estocagem de 100 e 200 peixes m^{-3} .

Araújo Neto et al. (2012) analisaram a rentabilidade da produção orgânica de alface alterando os ambientes de plantio, os preparos de solo utilizados e as épocas de realização destes plantios. Na determinação da rentabilidade, os autores definiram por meio de medidas de determinação de custos e também da receita líquida de cada situação, o arranjo de produção mais recomendável. Os autores concluíram que o cultivo na época chuvosa (verão), sob sombreamento de latada de maracujá-amarelo, apresentaram os melhores resultados.

Um fator comum entre os trabalhos citados é a escolha das principais variáveis utilizadas para determinação da rentabilidade das atividades analisadas: a produtividade dos sistemas, os custos de produção e os preços obtidos pela venda dos produtos produzidos. Aven (2003) afirma que estas variáveis são interligadas de acordo com a relação $Y=f(x_1, x_2, x_3)$, onde Y é a rentabilidade do sistema produtivo, x_1 são os preços, x_2 a produtividade e x_3 os custos de produção e que a probabilidade de cada variável representa a chance de ocorrência do evento. Nesta pesquisa, as mesmas variáveis estocásticas foram utilizadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Fontes de dados

A partir de uma pesquisa na literatura especializada tanto nacional quanto internacional, em relatórios e boletins informativos publicados nos últimos anos por reconhecidos órgãos governamentais e associações nacionais como a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), o IMEA (Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária), a ABRAPA (Associação Brasileira dos produtores de Algodão) e a APROSOJA (Associação Mato-grossense dos produtores de soja), determinou-se os seguintes parâmetros:

a) A região de coleta dos dados. O estado do Mato Grosso foi o escolhido devido a sua grande representatividade na agricultura nacional e por apresentar ambos os sistemas analisados como os principais métodos de cultivo agrícola adotado pelos produtores.

b) A escolha das culturas analisadas. Foram escolhidas as culturas da soja, do algodão e do milho, pela maior representatividade na agricultura mato-grossense e por serem conduzidas em ambos os sistemas analisados.

c) Quais as variáveis decisórias para as análises. Esta pesquisa teve como embasamento principal o trabalho de Esperancini (2006) no qual a autora avaliou o retorno econômico e os riscos da combinação de culturas anuais, em sistema de sucessão de culturas, mais comuns no estado de São Paulo, em comparação ao retorno e o risco da cultura principal em monocultura, utilizando as mesmas variáveis que foram adotadas para esta pesquisa: preços pagos aos produtores, custos de produção e produtividade.

Além da escolha das variáveis, dada à relevância do trabalho de Esperancini (2006), o mesmo foi utilizado como base para a elaboração da metodologia desenvolvida para esta pesquisa, devido à abrangência das análises desenvolvidas pela autora e a metodologia desenvolvida poder ser replicada em diferentes cenários e realidades com resultados conclusivos.

Para cada uma das variáveis decisórias foram utilizadas séries de dados históricos, sendo que o período de coleta foi referente às safras 2011/12 até 2015/16. Este período foi determinado por abranger os resultados publicados mais recentes de cada cultura.

Os valores das variáveis custo de produção e produtividade os valores foram obtidos no Anuário da Agricultura Brasileira (AGRIANUAL). Para a variável preços pagos aos produtores, foram utilizados os dados publicados pela CONAB para cada cultura, juntamente com os preços mensais dos insumos selecionados na pesquisa. Estes dados coletados foram referentes ao período de Janeiro de 2011 a Dezembro de 2016.

Para realizar as simulações para cada sistema, foi utilizado um *software* especializado em realizar simulações de dados estatísticos. Este tipo de *software* realiza automaticamente a seleção dos valores que serão simulados, não permitindo a interferência do usuário no processo e nos resultados obtidos, gerando resultados fidedignos e não tendenciosos e direcionados a opinião do autor. O *software* escolhido foi o @Risk 5.5 (PALISADE CORPORATION, 2002).

3.2 Escopo da pesquisa

Os sistemas de produção utilizados nesta pesquisa foram delimitados de acordo com a realidade dos produtores do estado de Mato Grosso, sendo que no sistema de sucessão de culturas foram considerados somente os plantios sucessivos em uma mesma safra, de espécies diferentes, em cultivos não contemporâneos, com ambas de espécies de interesse econômico, ou seja, um plantio na safra de verão seguido de um plantio na safra de inverno e o sistema de monocultura como exclusivos na safra de verão seguido do pousio da área na safra de inverno.

Não foram considerados nos custos de produção do sistema de sucessão de culturas os benefícios advindos do plantio da cultura anterior, sendo que os custos de produção de cada cultura seguiram os valores publicados pelo

Agriannual sem alterações. Esta restrição teve que ser adotada dada a dificuldade de se quantificar estes benefícios apresentados na literatura para cada sistema de produção e adequá-los a metodologia de análise de viabilidade econômica utilizada nesta pesquisa.

Foram considerados somente os custos de produção referentes ao uso de sementes transgênicas, para todas as culturas, por serem as mais utilizadas no estado.

Foi adotada como medida base para todas as culturas o valor referente a “sacas de 60 quilogramas”, como forma de padronizar os resultados. Assim os valores da cultura do algodão foram convertidos de “@(arrobas)” de quinze quilos para sacas de 60 quilos, bem como todos os outros valores referentes a esta cultura foram reajustados.

A pluma do algodão foi o único produto considerado na venda e no cálculo das receitas e o rendimento do processo de beneficiamento da pluma adotado foi de 39%, valor este o mais encontrado na literatura.

Para as culturas da soja e do milho, as receitas advindas da comercialização dos produtos somente consideraram os grãos, não abrangendo os subprodutos processados, como farelos, óleos, etc. O arranjo das culturas escolhidas, (FIGURA 7), em cada um dos sistemas, baseou-se nas informações encontradas na literatura e dos órgãos locais para representar o mais próximo à realidade dos produtores.

Figura 7 – Arranjo das culturas em ambos os sistemas de plantio.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante ressaltar que, apesar da possibilidade do cultivo da cultura do algodão na safra de verão ser seguida pelo plantio da cultura do milho na safra de inverno, este caso não foi abordado nesta pesquisa por não apresentar relevância na literatura (IMEA, 2017b, 2017c, 2017d).

3.3 Método

Para determinar a rentabilidade e o risco dos sistemas de monocultura e sucessão de culturas no estado do Mato Grosso foi utilizado o método de simulação estocástica ou de Monte Carlo. Foram desenvolvidas as seguintes etapas para o desenvolvimento da pesquisa (FIGURA 8).

Figura 8 – Etapas para a realização das simulações.

ETAPAS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
Etapa 1	Identificação da distribuição de frequência das variáveis
Etapa 2	Seleção aleatória de um valor de cada variável em estudo, associada à probabilidade de sua ocorrência.
Etapa 3	Determinar o valor do indicador do sistema
Etapa 4	Repetição das etapas 2 e 3

Fonte: Adaptado de Esperancini (2006).

Para o melhor entendimento do processo de obtenção dos resultados, as 4 etapas são detalhadas a seguir.

Etapa 1: Identificação da distribuição de frequência das variáveis

Nesta pesquisa foram utilizadas as seguintes variáveis críticas. a) preços pagos aos produtores, b) custos de produção e c) produtividade.

Para a variável preços pagos aos produtores foram utilizados os valores referentes aos preços de venda mensais de cada cultura compreendendo o período de Janeiro de 2011 a Dezembro de 2016. Todos os valores de preços foram deflacionados a partir do índice IGP-DI com base em Dezembro de 2016 previamente a realização das simulações.

Este procedimento é utilizado em análises econômicas devido às variações sofridas pela moeda ao longo do tempo e a influência da inflação sobre estes valores, sendo necessária a conversão destes dados temporais a valores reais em moeda corrente, mediante o uso de um índice geral de preços, como o IGP-DI elaborado pela Fundação Getúlio Vargas - FGV. Este índice é o mais indicado para o deflacionamento de preços agropecuários, por possuir uma série histórica de valores mais completa e por ser o mais utilizado como medida da inflação brasileira (MENDES; PADILHA, 2007). De acordo com os autores, o deflacionamento dos valores é realizado por meio da relação entre os valores do IGP-DI do mês adotado como base e do mês de referência do valor nominal, multiplicado pelo valor nominal a ser deflacionado, conforme a (EQUAÇÃO 1).

$$VF_d = (IGP-DI_{base} / IGP-DI_{nominal}) \times PN_p \quad (1)$$

Onde VF_d é o valor final deflacionado, $IGP-DI_{base}$ é o valor do IGP-DI do mês base (Dez 2016), $IGP-DI_{nominal}$ é valor do IGP-DI referente ao mês do valor nominal a deflacionar e PN_p é o valor nominal a deflacionar.

Como os valores a serem deflacionados já estão na moeda atual (real), foram utilizados os valores acumulados do IGP-DI a partir de Agosto de 1994, data da implantação da moeda no país. Após o deflacionamento dos preços, os dados foram agrupados de acordo com os meses e anos correspondentes para determinar a distribuição de frequência da série de dados. Os valores foram adicionados ao *software* @Risk 5.5, que compilou os dados e selecionou a

melhor distribuição de frequência para a série histórica. O valor final obtido foi o utilizado nas etapas seguintes da pesquisa.

Para a variável custos de produção, foram considerados os valores presentes na safra mais recente (2015/16), visando aproximar as simulações da realidade dos produtores. No sistema de sucessão de culturas foram destacados os itens mais impactantes em cada cultura, pois não foi considerada a influência da cultura anterior na utilização de insumos da cultura subsequente.

Também foram selecionados os insumos que mais contribuíram para com os custos de produção, pois os insumos também sofrem influência dos fatores de risco, como variação cambial, taxa de utilização, manejo de produção entre outros. Estes valores foram agrupados em categorias para determinar as principais fontes de risco. As categorias utilizadas foram Operações, Insumos, Administração e Pós-colheita e estão descritas na FIGURA 9.

Figura 9 – Categorias de custos e respectivas atividades

CATEGORIAS DE CUSTOS	ATIVIDADES RELACIONADAS
OPERAÇÕES	Preparo de solo, Plantio, Tratos culturais, Colheita.
INSUMOS	Fertilizantes, Sementes, Defensivos Agrícolas.
ADMINISTRAÇÃO	Mão-de-obra, Assistência técnica, Escritório, Contabilidade.
PÓS-COLHEITA	Armazenagem, Recebimento, Limpeza, Estocagem, Armazenagem temporária, Taxas administrativas.

Fonte: Adaptado de Agriannual (2016)

Em seguida foram analisados, nas categorias de custo, os subitens que permitem determinar as principais fontes de risco relativo a estes custos. Após esta separação em subitens, foram elencados os dois mais impactantes no custo de cada cultura.

Na TABELA 3 são detalhadas as categorias de custo, os itens que compõem as categorias mais representativas e as respectivas porcentagens de participação para cada cultura.

Tabela 3 – Contribuição de cada atividade no custo de produção para todas as culturas

Atividades	Contribuição nos custos (%)																	
	11/12		12/13		13/14		14/15		15/16		Média							
Culturas	a	S	m	a	s	m	a	s	m	a	s	M	a	s	m	a	s	m
Operações	31	20	16	29	13	15	29	13	13	21	12	13	21	14	12	26	15	14
Insumos	57	56	59	60	68	56	61	68	51	68	71	54	62	67	50	61	66	54
Administração	05	12	07	05	10	07	05	09	06	04	07	06	04	10	07	04	10	06
Pós-colheita	07	11	19	06	09	22	06	10	30	07	10	27	05	09	30	06	10	26

Legenda: a = algodão; s = soja; m = milho. **Fonte:** Adaptado de Agriannual (2012, 2013, 2014, 2015, 2016).

Em todas as culturas analisadas a categoria dos insumos foi a mais impactante nos custos de produção (ver TABELA 3). Esta categoria é formada por itens como herbicidas, fungicidas, inseticidas, sementes, entre outros, e a contribuição de cada item foi analisada individualmente.

Como em cada cultura há uma especificação quanto à quantidade, tipo de insumo, formulação e preço para cada item, cada cultura foi abordada separadamente, bem como o comportamento de cada insumo. Na TABELA 4, os subitens mais impactantes no custo de produção para a cultura do algodão foram inseticida e fertilizante 04-20-20. Na TABELA 5, os subitens mais impactantes foram o fertilizante 00-20-20 + Micro e o fungicida para a cultura da soja. Na TABELA 6, para a cultura do milho, os subitens mais impactantes foram sementes transgênicas e o fertilizante 05-25-25 + Micronutrientes.

Tabela 4 – Contribuição dos subitens no custo de produção para a cultura do algodão

Itens de custo	Contribuição nos custos (%)						
	Safras	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	Média
Calcário		01,41	01,49	01,37	00,78	00,68	01,15
Fertilizante 04-20-20		25,01	21,70	17,81	14,78	17,47	19,35
Fertilizante 20-00-20		18,30	19,41	14,64	09,03	11,11	14,50
Uréia		06,57	06,95	05,17	02,95	03,49	05,03
Mn foliar		00,17	00,19	00,42	00,45	00,52	00,35
Semente de algodão		09,45	08,74	10,78	09,48	08,24	09,34
Semente de milheto		01,08	00,93	01,56	01,32	01,14	01,21
Acaricida		03,84	03,80	03,42	05,15	04,81	04,20
Herbicida		06,16	06,41	07,16	05,73	05,64	06,22
Fungicida		10,20	10,47	15,02	16,03	12,75	12,89
Inseticida		17,82	19,90	22,65	34,31	34,14	25,76

Fonte: Adaptado de Agrianual (2012, 2013, 2014, 2015, 2016).

Tabela 5 – Contribuição dos subitens no custo de produção para a cultura da soja

Itens de custo	Contribuição nos custos (%)						
	Safras	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	Média
Calcário		04,17	04,24	03,56	03,15	02,14	03,45
00-20-20 + Micro		62,24	52,32	45,83	36,02	41,72	47,62
Sementes		17,87	11,24	14,85	14,94	12,06	14,19
Inoculante + Micro		00,36	00,35	00,45	00,54	01,30	00,60
Formicida		00,40	00,23	00,21	00,16	00,20	00,24
Fungicida		08,19	15,43	14,51	17,17	17,42	14,54
Herbicida		05,39	08,18	12,81	09,94	06,93	08,65
Inseticida		01,37	08,02	07,78	18,07	18,23	10,70

Fonte: Adaptado de Agrianual (2012, 2013, 2014, 2015, 2016).

Tabela 6 – Contribuição dos subitens no custo de produção para a cultura do milho

Itens de custo	Contribuição nos custos (%)						
	Safras	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	Média
Uréia		12,32	13,48	10,64	09,76	10,55	11,35
05-25-25 + Micro		20,10	19,12	16,90	15,49	17,71	17,86
Cloreto de Potássio		12,61	14,85	11,88	10,89	11,03	12,25
Semente		44,01	40,61	46,16	42,33	36,44	41,91
Herbicida		04,26	04,56	06,97	09,68	08,36	06,77
Inseticida		06,49	07,11	07,10	10,89	14,18	09,15
Outros		00,21	00,27	00,35	00,96	01,73	00,70

Fonte: Adaptado de Agrianual (2012, 2013, 2014, 2015, 2016).

Após a determinação dos itens mais impactantes, foram obtidos os preços médios mensais de venda destes itens no período de Janeiro de 2011 a Dezembro de 2016 e posterior deflacionamento dos valores. Estes preços deflacionados foram agrupados e adaptados à necessidade da dosagem de insumos de cada cultura. Em seguida, procedeu-se a alocação dos valores no *software* para a determinação das distribuições de frequência. Também, com a identificação dos itens mais impactantes nos custos, os valores restantes foram agrupados como os custos determinísticos das análises. Nos ANEXOS deste trabalho foram dispostos os custos de produção e os coeficientes técnicos de cada cultura para cada safra analisada nesta pesquisa.

Para a variável produtividade, os valores foram obtidos em levantamentos publicados por Agriannual referentes às safras 2011/12 até 2015/16 para cada uma das culturas analisadas. Para a cultura do algodão foram considerados os valores para a produtividade em pluma, devido a este ser o único produto de venda final da cultura considerado. A produtividade para esta cultura também foi adaptada ao valor de sacas de 60 quilogramas por hectare para padronizar as unidades.

Etapa 2: Seleção aleatória de um valor de cada variável em estudo, associada à probabilidade de sua ocorrência.

Com as distribuições de frequência de cada variável decisória obtida, as simulações foram elaboradas a partir da adoção de valores aleatórios e suas respectivas probabilidades de ocorrência. Esta etapa é importante, pois a interferência do usuário na seleção dos valores pode gerar simulações com resultados tendenciosos.

Para esta seleção aleatória do valor das variáveis, foi usado o *software @risk 5.5*. A seleção automática elaborada pelo *software* impede a interferência e a preferência do avaliador na seleção dos dados, assim não permite resultados tendenciosos.

Etapa 3: Determinação do valor do indicador do sistema

Nesta etapa, foram determinados os indicadores utilizados para determinar a rentabilidade de cada um dos sistemas. Os indicadores escolhidos foram a renda líquida (RL) e o índice de lucratividade (IL), por permitirem avaliar o desempenho de cada cultura nos sistemas estudados. Em ambos os indicadores, em função da inclusão dos riscos as variáveis determinísticas, os itens da equação são apresentados em função da distribuição de probabilidade.

A renda líquida (RL) constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total por hectare. Mediante uso deste indicador pode-se medir a lucratividade da atividade, evidenciando suas condições financeiras e operacionais. De acordo com Martin et al. (1998), o indicador de renda líquida pode ser determinado a partir da seguinte relação (EQUAÇÃO 2).

$$f(RL) = f(P) \times f(Q) - [CD + f(C1) + f(C2)] \quad (2)$$

Onde $f(RL)$ é a função de distribuição da probabilidade da renda líquida, $f(P)$ é a função de distribuição da probabilidade do preço pago ao produtor, $f(Q)$ é a função de distribuição da probabilidade da produtividade, CD são os custos de produção determinísticos, $f(C1)$ é a função de distribuição da probabilidade do primeiro item mais impactante nos custos de produção e $f(C2)$ representa a função de distribuição da probabilidade do segundo item mais impactante nos custos de produção.

O índice de lucratividade (IL) é utilizado para determinar qual o retorno financeiro oferecido por um determinado projeto para cada valor monetário investido. Em outras palavras, permite mensurar o retorno econômico para cada real investido (OLIVEIRA; VEGRO, 2004). De acordo com os autores este indicador pode ser calculado considerando-se a relação (EQUAÇÃO 3).

$$f(IL) = f(RL) / f(P) \times f(Q) * 100 \quad (3)$$

Onde $f(RL)$ representa a função de distribuição da probabilidade da renda líquida, $f(P)$ a função de distribuição da probabilidade do preço pago ao produtor e $f(Q)$ a função de distribuição da probabilidade da produtividade.

Também foi realizada a análise de sensibilidade dos resultados obtidos em cada indicador para determinar o comportamento dos principais fatores de risco em cada cultura e em cada sistema de produção. Por meio da análise de sensibilidade é possível avaliar o efeito que a variação de um dado de entrada pode ocasionar nos resultados. Ao verificar-se que uma variação nos custos fixos, por exemplo, alteram drasticamente a rentabilidade deste projeto, pode-se dizer que o projeto é sensível aos custos, sendo necessária a busca por dados menos incertos para as análises (CERVI, 2009).

Etapa 4: Repetição das etapas 2 e 3

O software @Risk permite a execução de múltiplas simulações, sendo que quanto maior o número de simulações executadas, maior será a precisão dos resultados (ESPERANCINI, 2006). As simulações foram repetidas diversas vezes para que o *range* dos resultados estivessem dentro da realidade dos produtores e embasassem de forma suficiente as conclusões elaboradas por esta pesquisa.

3.4 Apresentação dos Resultados

Para avaliar o retorno e o risco de cada cultura, foram determinadas as seguintes medidas para análise dos resultados:

- a) medidas estatísticas para Y (renda líquida e índice de lucratividade) sendo os valores de mínimo, máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação;
- b) os percentis de risco em classes de 10% em cada caso analisado;

c) análise de sensibilidade das variáveis para cada caso;

As medidas estatísticas ajudam a determinar o limite inferior, superior e médio de Y, bem como sua tendência central e a variabilidade dos resultados obtidos, sendo que um menor valor para o desvio padrão e o coeficiente de variação indica uma tendência dos dados a se aproximarem dos valores médios e conseqüentemente menores níveis de risco para se atingir estes resultados.

As análises de sensibilidade evidenciaram as variáveis que têm maior influência na variação dos resultados finais dos indicadores dentre as variáveis identificadas como de risco. Além disso, mostra a correlação entre o indicador de desempenho e as principais variáveis que influenciam no risco do sistema. Estas análises foram realizadas por meio da comparação entre os valores de correlação de Pearson, (r), obtidos nas simulações dos indicadores de rentabilidade renda líquida e índice de lucratividade (PERNET et al., 2013).

A intensidade dos valores de correlação é medida entre +1, 0 e -1, sendo que valores mais próximos dos extremos indicam uma correlação mais forte dos fatores e valores mais próximos do centro do intervalo indicam uma menor correlação linear dos fatores. Avalia-se também que valores de correlação acima de zero indicam que a influência de um determinado fator sobre o resultado de um indicador é positiva e que uma elevação no valor deste fator gera uma elevação no resultado deste indicador. Entretanto, valores de correlação abaixo de zero indicam uma influência negativa deste fator sobre o resultado de um indicador e que uma elevação no valor deste fator gera uma diminuição no resultado deste indicador (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

Neste trabalho foi utilizada a classificação dos coeficientes de correlação de Pearson de acordo com Callegari-Jacques (2003), sendo:

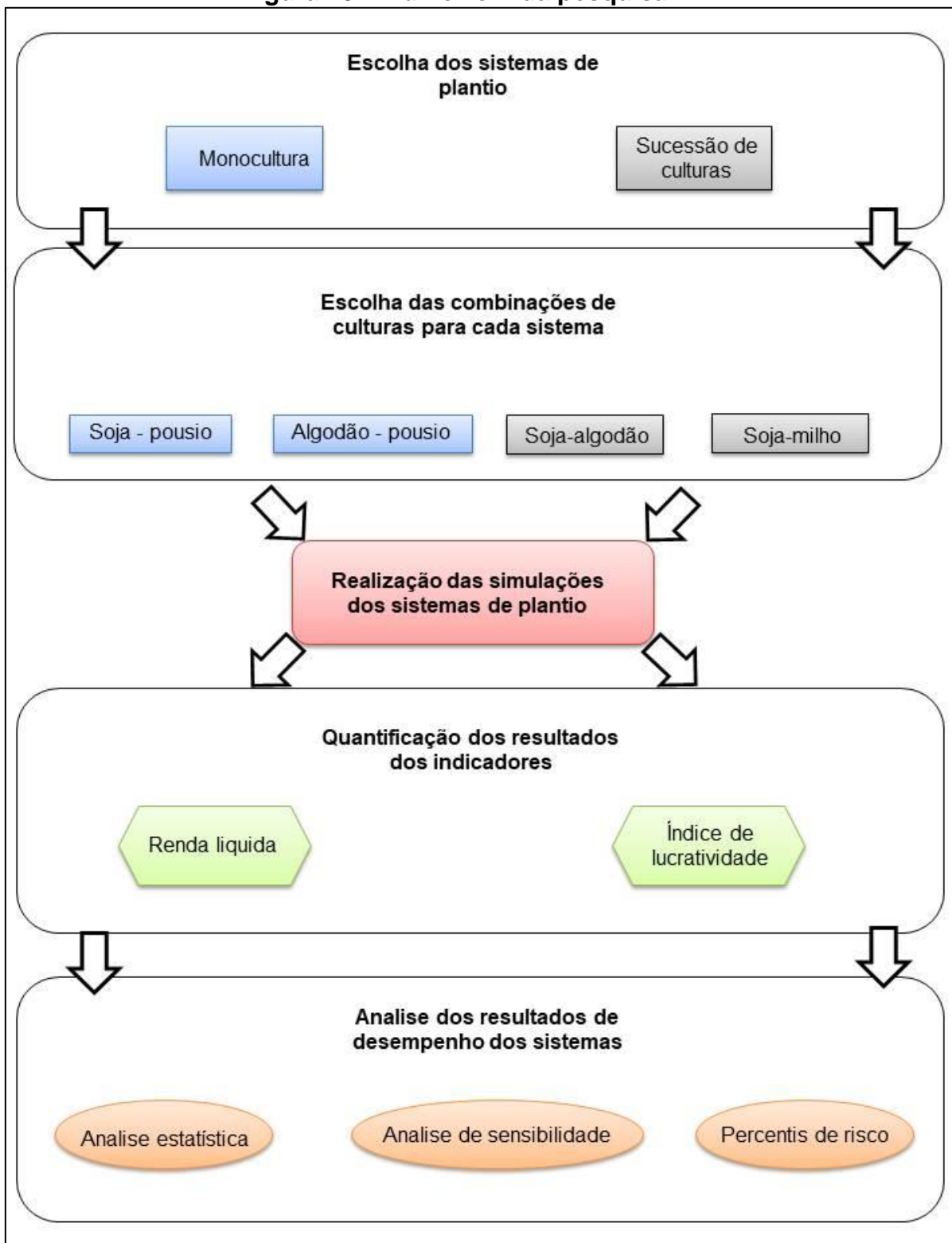
- $0,90 \leq |r| < 1,00$, correlação positiva muito forte;
- $0,60 \leq |r| < 0,90$, forte correlação positiva;
- $0,30 \leq |r| < 0,60$, moderada correlação positiva;
- $0,00 \leq |r| < 0,30$, fraca correlação positiva;

- $|r| = 0$, não existe correlação
- $-0,30 \leq r < 0,00$, fraca correlação negativa;
- $-0,60 \leq r < -0,30$, moderada correlação negativa;
- $-0,90 \leq r < -0,60$, forte correlação negativa;
- $-0,90 \leq r < -1,00$, correlação negativa muito forte

Os percentis de risco mostram a probabilidade de obtenção de níveis de renda líquida inferiores àquela correspondente a cada um dos níveis de probabilidade, de 10 a 90%, divididos em classes de 10% (ESPERANCINI, 2006).

Após a obtenção dos resultados das análises estatísticas e de sensibilidade dos indicadores de rentabilidade, foram elaborados cenários para a análise de risco destes resultados. Estas projeções abrangeram o cenário mais pessimista, onde os valores das variáveis preços de venda e produtividade são os menores observados; o cenário mais otimista, onde os valores do preço de venda e da produtividade dos produtos foram os mais elevados observados e o cenário médio ou de maior ocorrência, onde são utilizados os valores médios dos preços de venda e da produtividade, dados os custos de produção de cada cultura. Esta abordagem de análise baseou-se na utilizada por Esperancini (2006).

Os resultados foram agrupados e comparados com a literatura. Com base nesta comparação, foram elaboradas as considerações e conclusões para responder ao objetivo da pesquisa. Na FIGURA 10 é apresentado o *framework* da pesquisa combinando as etapas descritas e os respectivos indicadores utilizados para a realização das simulações.

Figura 10 - *Framework* da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira seção deste capítulo apresenta uma análise dos custos de produção para cada sistema considerando os dados da safra 15/16. Na segunda seção, são apresentados os resultados das simulações para cada indicador e as discussões comparando os resultados entre os sistemas de monocultura e sucessão de culturas.

4.1 Análise dos custos de produção

Os custos de produção são uma importante fonte de riscos ao sistema produtivo, visto que os itens que compõem estes custos podem sofrer alterações devido a variações nas condições edafoclimáticas, mudança de decisão por parte dos produtores e alterações nos preços de mercado destes produtos (ESPERANCINI, 2006).

Como cada cultura apresenta recomendações técnicas diferentes para os principais insumos e atividades de condução destas culturas (Ver ANEXOS), os valores adotados como custos de produção abrangeram os itens de custo de forma agregada, permitindo assim associar grupos de itens similares, mesmo em culturas diferentes. Essa abordagem também permitiu avaliar os custos de produção dos sistemas de sucessão de culturas como uma união dos dados das culturas que compõem estes sistemas, por meio do somatório dos custos dos itens similares de cada cultura plantada.

De acordo com a abordagem adota por Esperancini (2006), inicialmente foi feito a identificação das categorias mais impactantes nos custos de produção para cada cultura e sistema, pressupondo-se que estas são as potenciais fontes de risco destes custos de produção, ao passo que as demais categorias, mesmo que apresentem variações nos preços, não representariam impactos relevantes nos valores totais dos custos de produção. Em seguida, foram comparados os valores totais dos custos entre os sistemas de produção e os casos analisados. Todos os valores tiveram como base os custos de produção

da safra 2015/16, a última do período analisado, para ter os valores mais próximos da realidade atual dos produtores. Na TABELA 7 são apresentados os custos de produção para cada sistema avaliado.

Para todos os sistemas de produção avaliados (ver TABELA 7), as categorias de custos mais impactantes foram fertilizantes/corretivos, com uma participação nos custos de produção de 21,7% para monocultura do algodão, 28,5% para a cultura da soja, 23,7% para a sucessão soja-algodão e 24,7% para a sucessão soja-milho e os defensivos agrícolas com 41,4% na monocultura do algodão, 29,8% na monocultura da soja, 37,9% na sucessão soja-algodão e 22,2% na sucessão soja-milho.

Nota-se que os custos de produção da cultura do algodão, em ambos os sistemas, são mais influenciados pelas despesas com defensivos agrícolas do que por fertilizantes e corretivos, representando aproximadamente 40% dos custos totais dos casos com estas culturas enquanto que para os outros casos avaliados as porcentagens de participação das categorias mais impactantes são próximas (ver TABELA 7). Brasil (2017a) e IMEA (2017a, 2017d) afirmam que as maiores causas de prejuízos para a cultura do algodão no estado de Mato Grosso são as infestações por percevejos bicudos, que demandam grandes volumes de aplicação de inseticida e elevam os custos de produção da cultura. Portanto, para safras com previsão de elevação na infestação desta praga, a condução de ambos os casos que envolvem esta cultura fica prejudicada frente às outras opções analisadas.

Os valores finais dos custos para ambos os casos que envolvem a cultura do algodão são bem mais elevados do que para os casos com as culturas da soja e do milho (ver TABELA 7). Esta afirmação fica evidente quando comparados os custos totais para a sucessão soja-milho, de R\$ 5041,3/ha, com a monocultura do algodão, de R\$ 6750,6/ha. Estes valores mais elevados para a monocultura destacam-se ainda mais porque na sucessão de culturas foi considerada a soma dos custos para cada cultura do sistema. Também se evidencia o elevado custo de produção para a condução da sucessão soja-algodão, o mais alto observado, frente aos outros casos, principalmente

comparado a monocultura da soja, o menor valor observado, sendo este aproximadamente 3 vezes maior do que para a monocultura citada.

Tabela 7 – Custos de produção para todos os sistemas na safra 2015/16

Sistemas de plantio	Monoculturas		Sucessão de Culturas					
	Algodão		Soja		Soja-algodão		Soja-milho	
Itens	Valor (R\$/ha)	%	Valor (R\$/ha)	%	Valor (R\$/ha)	%	Valor (R\$/ha)	%
Conserv. do solo	13,4	0,2	13,6	0,5	27,0	0,3	24,2	0,5
Preparo do solo	227,6	3,4	28,8	1,0	256,4	2,7	28,8	0,6
Plantio	115,5	1,7	72,1	2,5	187,6	2,0	123,2	2,4
Tratos culturais	452,7	6,7	96,1	3,3	548,7	5,7	156,1	3,1
Colheita	599,1	8,9	183,4	6,4	782,5	8,1	328,5	6,5
Fertiliz. Corretivos	1463,6	21,7	818,5	28,5	2282,1	23,7	1244,5	24,7
Sementes	410,0	6,1	257,7	9,0	667,5	6,9	652,5	12,9
Defensiv. Agrícolas	2791,6	41,4	854,4	29,8	3646,0	37,9	1117,5	22,2
Administ.	274,1	4,1	274,0	9,5	548,1	5,7	432,4	8,6
Pós- colheita	403,1	5,9	272,7	9,5	675,8	7,0	933,6	18,5
Total	6750,6	100	2871,0	100	9621,6	100	5041,3	100

Fonte: Adaptado de Agriannual (2016)

Pela análise dos custos de produção foi possível observar que ambos os sistemas apresentaram casos em que os custos de produção foram elevados (monocultura do algodão e sucessão de culturas soja-algodão) (ver TABELA 7), não sendo possível afirmar qual o melhor sistema somente com base neste fator. O que torna relevante a análise dos custos de produção é levantar informações pertinentes ao processo de tomada de decisão dos produtores, sendo mais uma ferramenta para auxílio da correta gestão da produção.

4.2 Análise estatística da renda líquida

Por meio dos resultados da análise estatística foi possível a avaliação de cada sistema em três cenários distintos sendo que os valores mínimos corresponderam ao cenário mais pessimista e os valores médios e máximos ao cenário médio, de maior probabilidade de ocorrência, e ao cenário mais otimista, respectivamente. Os valores do desvio padrão e do coeficiente de variação também permitiram avaliar o nível de risco para obtenção dos valores da renda líquida e do índice de lucratividade simulados, sendo que valores mais elevados para estes parâmetros indicam maiores níveis de risco.

Na TABELA 8, são apresentados os resultados da análise estatística da renda líquida.

No cenário pessimista de valores (ver TABELA 8), a monocultura da soja apresentou o menor prejuízo frente a todos os outros casos analisados, com um resultado de R\$ 1348,09/ha, enquanto a sucessão de culturas soja-algodão apresentou o maior prejuízo, R\$ 3143,96/ha. No cenário médio, o sistema de sucessão de culturas apresentou os melhores resultados, sendo a renda líquida obtida para a sucessão soja-algodão a mais elevada, R\$ 936,12/ha, seguida da sucessão soja-milho com R\$ 799,90/ha. Neste cenário, o sistema de monocultura se mostrou pior, com menores valores para a renda líquida. No cenário otimista, a sucessão soja-algodão apresentou o melhor resultado, R\$ 15286,21/ha, seguida da monocultura do algodão com R\$ 14926,23/há e a monocultura da soja teve o menor resultado, com uma renda líquida de R\$ 3938,09/ha.

Os menores níveis de risco observados nos resultados da renda líquida foram obtidos para os casos da monocultura da soja e da sucessão soja-milho (ver TABELA 8), com os menores valores do desvio padrão (R\$ 732,51/ha para a monocultura da soja e R\$ 1153,40/ha para a sucessão soja-milho) e do coeficiente de variação (2,01 para a monocultura da soja e 1,44 para a sucessão soja-milho), evidenciando que a variabilidade dos resultados destes casos é menor e a obtenção dos valores médios da renda líquida mais

plausível. Outro dado relevante foi desempenho da sucessão soja-milho para o indicador renda-liquida, pois este caso apresentou o segundo maior resultado no cenário de maior ocorrência (R\$ 799,90/ha), atrás somente da sucessão soja-algodão e o menor valor do coeficiente de variação dentre os casos.

Tabela 8 – Análise estatística da renda líquida para todos os sistemas

Parâmetros	Unid.	Sistemas de plantio			
		Monocultura		Sucessão de culturas	
		Soja	Algodão	Soja-Algodão	Soja-Milho
Mínimo	R\$/ha	-1348,09	-2763,79	-3143,96	-1787,80
Médio	R\$/ha	364,93	571,95	936,12	799,90
Máximo	R\$/ha	3938,09	14926,23	15286,21	10557,41
Des. padrão	R\$/ha	732,51	1863,42	1986,33	1153,40
CV	-	2,01	3,26	2,12	1,44

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelo autor.

Pelos resultados da análise estatística da renda líquida pode-se dizer que a monocultura da soja pode ser considerada um investimento conservador, pois possui menor probabilidade de prejuízos e menores riscos na obtenção dos resultados, mesmo quando se apresentam cenários adversos. A contrapartida é o menor retorno econômico se comparado aos outros casos avaliados. Este caso é o mais indicado para produtores mais avessos a riscos.

A sucessão de culturas soja-milho também pode ser considerada um investimento conservador, apesar do nível de risco mais elevado do que para a monocultura da soja, inferior ao obtido para os outros sistemas. Os prejuízos no cenário mais pessimista também são mais elevados em relação aos da monocultura da soja, mas compensados com a probabilidade de maior rentabilidade no cenário médio, o mais plausível de acontecer. Este bom resultado foi o segundo mais elevado, atrás apenas da sucessão de culturas soja-algodão.

Os casos sucessão soja-algodão e monocultura do algodão apresentaram os maiores níveis de risco, os maiores prejuízos no cenário mais pessimista, mas os melhores resultados no cenário mais otimista. Estes casos mostraram-se mais indicados a produtores mais propensos a elevados níveis de risco

visando maior rentabilidade. Também verificou-se a grande influência da cultura do algodão tanto para elevação dos riscos quanto do resultado da renda líquida em ambos os sistemas avaliados.

4.3 Análise estatística do índice de lucratividade

Na TABELA 9, são apresentados os resultados da análise estatística do índice de lucratividade.

No cenário pessimista (ver TABELA 9), a monocultura do algodão apresentou a maior perspectiva de prejuízos frente aos investimentos necessários para sua condução (-64%), o que, para uma perspectiva de resultados mais baixos dos indicadores do sistema, acarreta maior probabilidade de prejuízos ao produtor. A sucessão soja-algodão apresentou os melhores resultados para este cenário (-47,12%). No cenário médio, o melhor resultado foi obtido pela sucessão soja-milho (11%), seguido pela sucessão soja-algodão e pela monocultura do algodão, ambos com 7%. O pior resultado foi apresentado pela monocultura da soja (3%). Para o cenário otimista, a monocultura do algodão apresentou o melhor resultado (73%), seguido pelos dois casos de sucessão de culturas, ambos com 62% para o índice de lucratividade e o pior resultado foi obtido pela monocultura da soja com (59,11%).

Quanto ao nível de risco destes resultados (ver TABELA 9), o sistema de monocultura apresentou os valores mais elevados para o desvio padrão (21,16 para a monocultura da soja e 23,46 para a monocultura do algodão) e do coeficiente de variação (2,96 para a monocultura da soja e 7,84 para a monocultura do algodão), tendo assim maiores níveis de risco do que o sistema de sucessão de culturas. O sistema de sucessão de culturas obteve os melhores resultados a menores níveis de risco, novamente com destaque para a sucessão soja-milho, com o melhor valor no cenário mais provável de ocorrência (10,94%) e o menor coeficiente de variação observado (1,63).

Tabela 9 – Análise estatística do índice de lucratividade para todos os sistemas

Parâmetros	Unid.	Sistemas de plantio			
		Monocultura		Sucessão de culturas	
		Soja	Algodão	Soja-algodão	Soja-milho
Mínimo	%	-57,86	-63,99	-47,12	-60,67
Médio	%	7,15	2,99	6,52	10,94
Máximo	%	59,11	73,38	61,72	62,06
Des. padrão	-	21,16	23,46	17,54	17,88
CV	-	2,96	7,84	2,69	1,63

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelo autor.

Nos resultados obtidos na análise estatística dos indicadores (ver TABELAS 8 e 9), os elevados valores dos custos de produção da cultura do algodão tiveram influência negativa nos resultados do cenário pessimista, pois para se cobrirem estes custos de produção, necessita-se de um maior rendimento do sistema produtivo, aumentando assim os riscos neste cenário de menores valores.

O preço de venda da pluma de algodão obtido no início da série de dados também influenciou nos resultados, pois o valor R\$ 122,62/@ obtido em fevereiro de 2011 é bem maior do que os valores obtidos a partir do segundo semestre do mesmo ano, alterando os resultados principalmente no cenário otimista de valores.

O sistema de sucessão de culturas foi beneficiado pela presença de uma cultura a mais na mesma safra, o que proporcionou um maior equilíbrio entre as receitas e os custos de produção, já que os resultados finais consideraram a soma das rendas líquidas obtidas para cada cultura.

4.4 Análise de sensibilidade da renda líquida

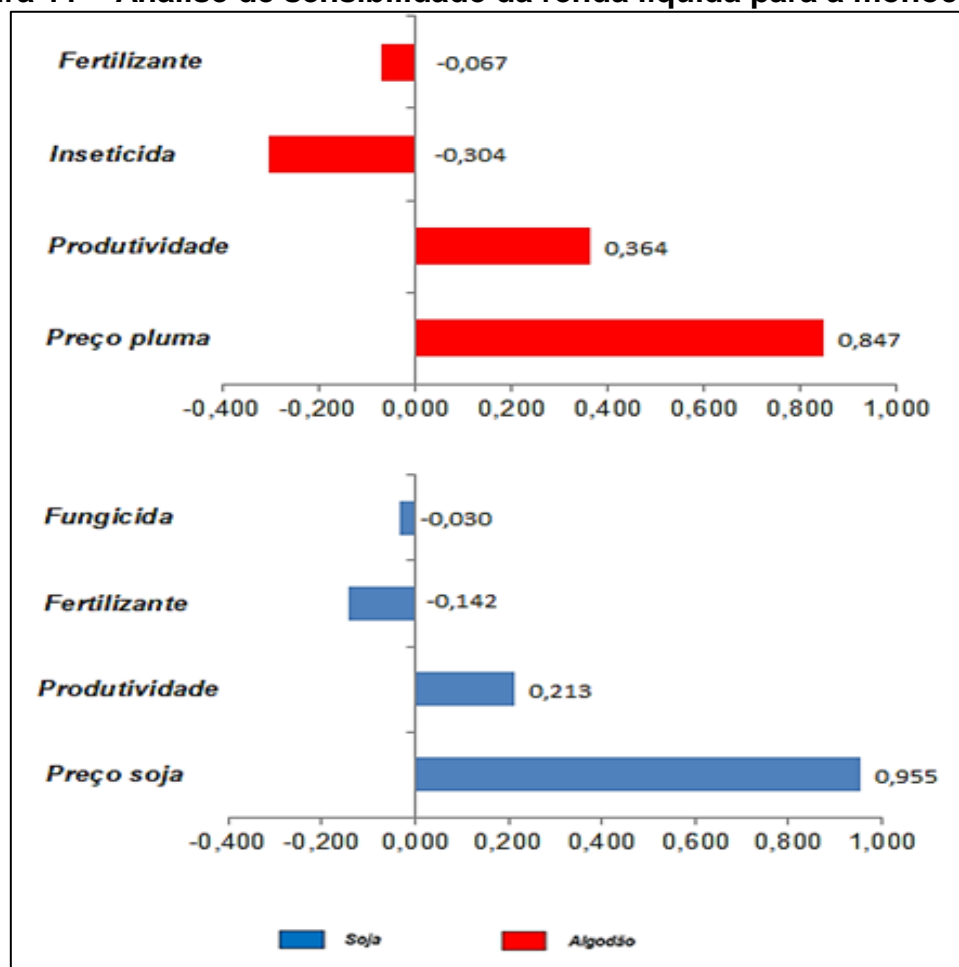
Com a análise de sensibilidade dos indicadores foi possível determinar quais fatores de produção apresentaram o maior impacto nos custos de produção e os maiores riscos a cada sistema. Mediante a correlação entre os possíveis riscos e as variações de possíveis impactos, pôde-se identificar os riscos a que esta atividade apresenta maior sensibilidade.

Nas FIGURAS 11 e 12, são apresentados os resultados da análise de sensibilidade para a renda líquida em ambos os sistemas.

Nos casos do sistema de monocultura (ver FIGURA 11), verificou-se que os preços de venda de ambos os produtos (pluma de algodão e grão de soja) foram os fatores que mais contribuíram positivamente com o resultado deste indicador. O preço de venda da plumagem de algodão apresenta uma forte correlação positiva com este indicador ($r= 0,847$) para a monocultura do algodão e o preço de venda da soja uma correlação muito forte positiva ($r= 0,955$) para a monocultura da soja. Isso demonstra que uma elevação no preço de venda da soja tem maior influência no resultado da renda líquida para a monocultura da soja do que um aumento no preço de venda da plumagem do algodão para a monocultura do algodão.

Os fatores que mais contribuíram negativamente (ver FIGURA 11) para o sistema de monocultura foram o fertilizante para a monocultura da soja, com uma fraca correlação negativa ($r= -0,142$) e o inseticida para a cultura do algodão, com uma moderada correlação negativa ($r= -0,304$), evidenciando uma maior influência negativa de uma elevação no preço de venda do inseticida do algodão, para a monocultura do algodão do que do fertilizante da soja para a monocultura da soja.

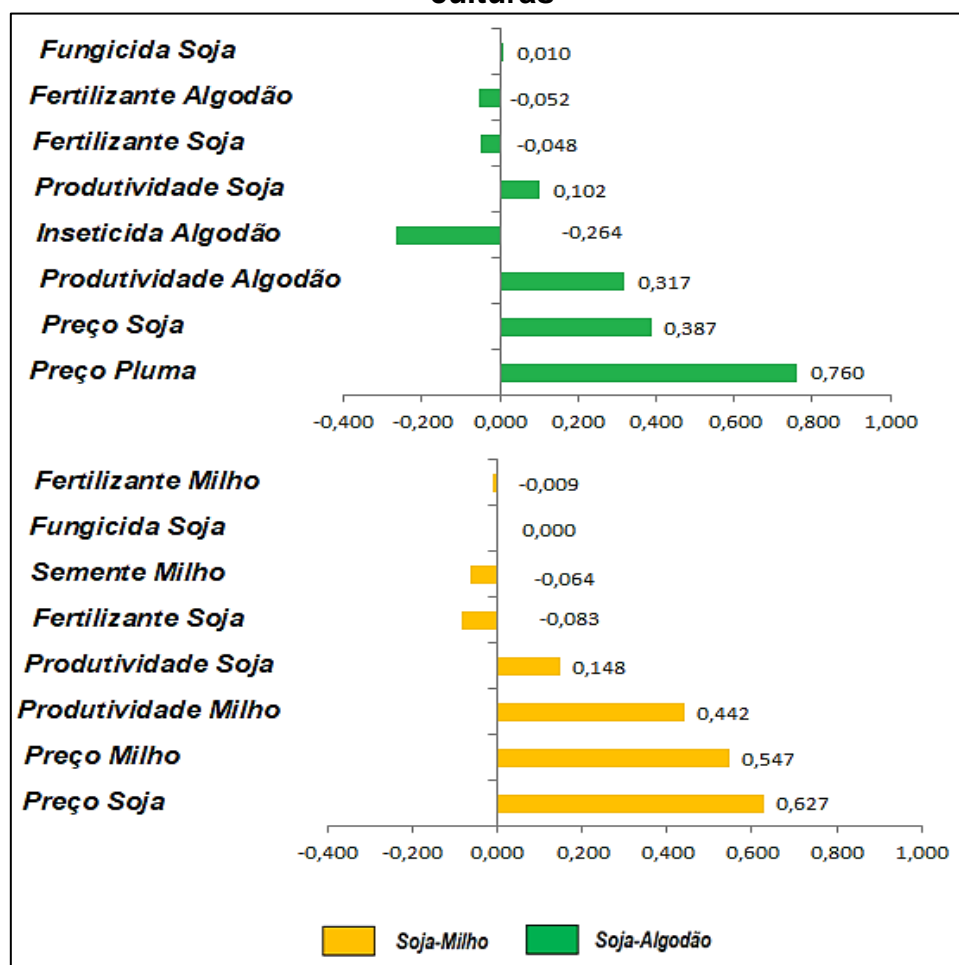
Figura 11 – Análise de sensibilidade da renda líquida para a monocultura



Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelo autor

Para o sistema de sucessão de culturas (ver FIGURA 12) o resultado foi semelhante, com a sucessão soja-algodão apresentando o preço de venda da pluma de algodão ($r= 0,760$) e a sucessão soja-milho, o preço de venda da soja ($r= 0,627$). Estes são os fatores que mais influenciaram positivamente o resultado da renda líquida, sendo ambos os casos com forte correlação positiva com este indicador. O item com maior influência negativa para sucessão soja-algodão foi o inseticida do algodão ($r= -0,264$) e para a sucessão soja-milho foi o fertilizante da soja ($r= -0,083$). Nota-se uma fraca correlação negativa de ambos os itens para com o resultado do indicador renda líquida e assim um comportamento semelhante de ambos os casos.

Figura 12 – Análise de sensibilidade da renda líquida para a sucessão de culturas



Fonte: Resultados da Pesquisa. Elaborado pelo autor.

4.5 Análise de sensibilidade do índice de lucratividade

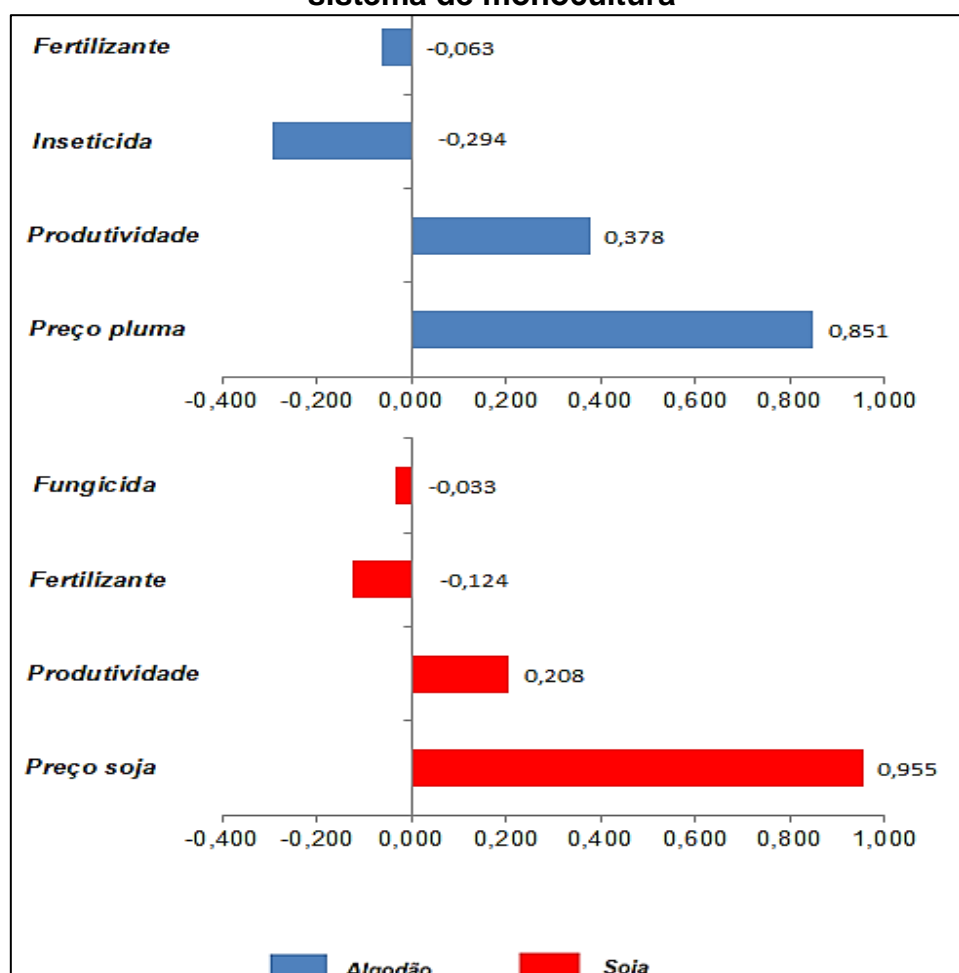
Nas FIGURAS 13 e 14, são apresentados os resultados da análise de sensibilidade do índice de lucratividade para ambos os sistemas.

Os resultados da análise de sensibilidade para o índice de lucratividade (ver FIGURAS 13 e 14) apresentou comportamento semelhante ao obtido para o indicador renda líquida, com os preços de venda da soja e algodão como produtos predominantes para a elevação do resultado do índice e os custos com fertilizante da soja e inseticida do algodão como os mais influentes negativamente em ambos os sistemas.

Para a monocultura do algodão (ver FIGURA 13), o preço de venda da pluma de algodão apresentou uma forte correlação positiva ($r= 0,851$) e para a

monocultura da soja, o preço de venda apresentou uma correlação positiva muito forte ($r= 0,955$) com o resultado do índice de lucratividade, tendo assim uma influência positiva maior para o resultado da monocultura da soja do que do preço de venda da pluma de algodão para a monocultura do algodão. Para os itens que mais impactaram negativamente o resultado de cada caso, ambos apresentaram fracas correlações negativas, com $r= -0,124$ do fertilizante para a monocultura da soja e $r= -0,294$ do inseticida para a monocultura do algodão, demonstrando um comportamento semelhante de ambos os casos para com estes itens.

Figura 13 – Análise de sensibilidade do índice de lucratividade para o sistema de monocultura

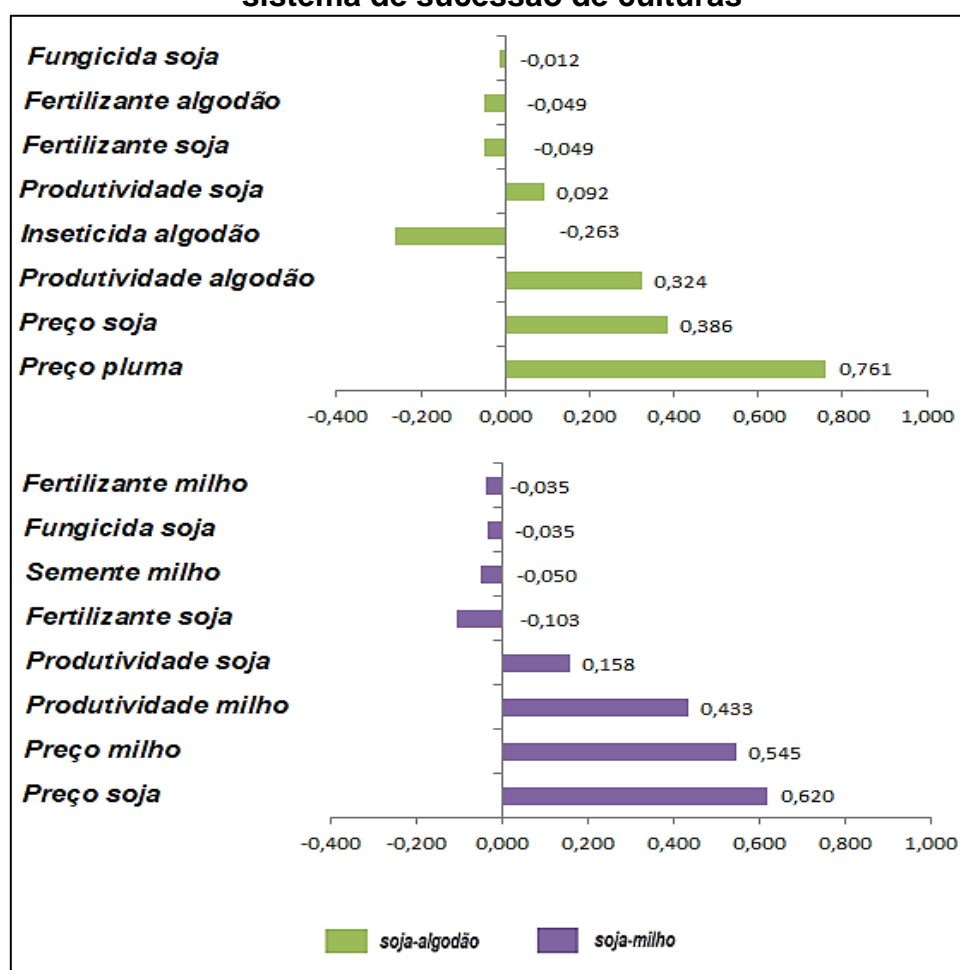


Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelo autor

Para ambos os casos de sucessão de culturas avaliados (ver FIGURA 14), os preços de venda da pluma de algodão e da soja apresentaram uma forte correlação positiva ($r= 0,761$ e $r= 0,620$, respectivamente) para com o resultado

do índice de lucratividade, tendo assim comportamentos semelhantes em caso de elevação dos valores destes produtos. Para os itens que mais impactaram negativamente o resultado de cada caso, ambos apresentaram fracas correlações negativas, com $r = -0,103$ do fertilizante da soja para a sucessão soja-milho e $r = -0,263$ do inseticida do algodão para sucessão soja-algodão, demonstrando um comportamento semelhante de ambos os casos para com estes itens.

Figura 14 – Análise de sensibilidade do índice de lucratividade para o sistema de sucessão de culturas



Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelo autor.

Cabe destacar que na sucessão de culturas soja-milho, a distribuição da influência de cada item foi mais equilibrada, tanto positiva quanto negativa, para ambos os indicadores (ver FIGURAS 12 e 14), verificada pela menor diferença entre os valores de correlação positivos e negativos. Neste sistema também se notou uma melhor distribuição da influência dos itens entre a

cultura de verão e a de inverno, dada à proximidade dos valores de correlação do preço de venda da soja e do milho (0,620 e 0,545, respectivamente), itens mais impactantes positivamente e do custo do fertilizante da soja e da semente do milho (-0,103 e 0,050, respectivamente), itens mais impactantes negativamente. Esta maior estabilidade da sucessão de culturas soja-milho é um fator relevante dada à imprevisibilidade do comportamento dos sistemas de produção, devendo ser considerada na tomada de decisão dos produtores.

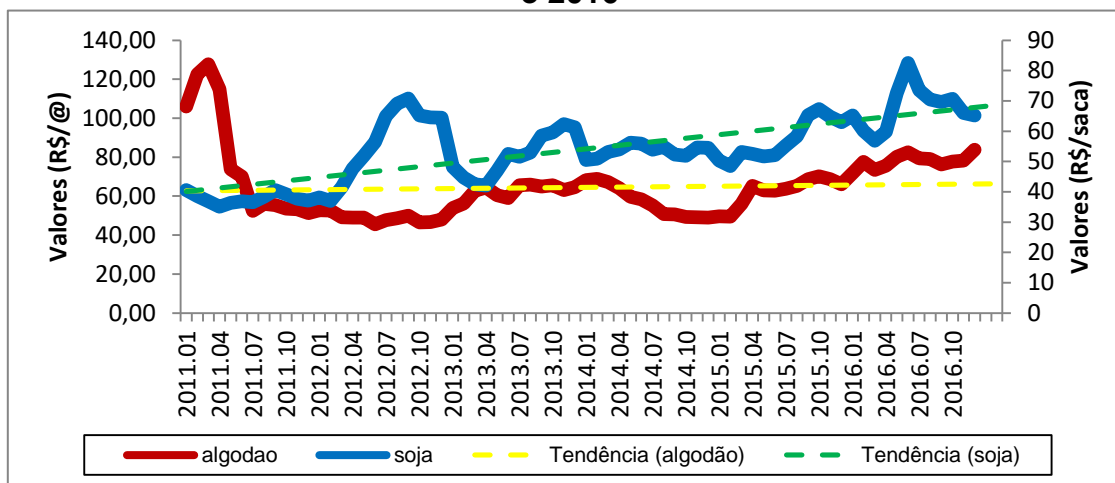
4.6 Análise da influência dos itens de custo mais impactantes

Como os mesmos fatores foram os mais impactantes para a variação dos resultados em ambos os indicadores, uma avaliação mais detalhada foi realizada para cada um deles.

Na FIGURA 15 são apresentados os valores dos preços de venda da pluma do algodão e do grão de soja em todo o período analisado. Também são apresentadas as linhas de tendência dos respectivos valores para cada item. Nota-se que o preço de venda da pluma de algodão apresentou maior variação do que o preço de venda da soja, com uma redução inicial de R\$ 122,62/@ em 2011 para R\$ 48,92/@ em 2015, fechando a série de dados com um valor de R\$ 77,70/@ em Dezembro de 2016. Convertendo-se os valores para unidades de 60 quilogramas para se equiparar com a forma de comercialização da soja, os preços de venda da pluma de algodão apresentaram uma amplitude de -R\$ 179,68/60kg, enquanto o preço de venda da soja apresentou uma amplitude de R\$ 27,49/60kg.

As linhas de tendência dos valores (ver FIGURA 15) indicaram que os preços de venda da soja apresentam uma tendência de elevação, enquanto os preços da pluma de algodão uma tendência de manutenção dos valores próximos ao obtido no final da série. Assim, o preço de venda da soja torna-se mais atrativo do que do algodão, valorizando os sistemas de monocultura da soja e sucessão de culturas soja-milho, mais influenciáveis pelos preços de venda deste produto.

Figura 15 – Preços de venda da soja e da pluma de algodão entre 2011 e 2016



Fonte: Adaptado de Brasil (2017e).

O que ajuda a explicar estes resultados é que o preço de venda da soja no Mato Grosso acompanha o valor das bolsas internacionais, principalmente da bolsa de Chicago, para sua formação. Em épocas de elevação do valor do dólar frente ao real, o preço de venda da soja também tende a ser elevado (SOUZA et al., 2013). No período analisado, a taxa de câmbio do dólar frente ao real saltou de R\$ 1,67 em 2011 para R\$ 3,35 em Dezembro de 2016 BRASIL (2017g).

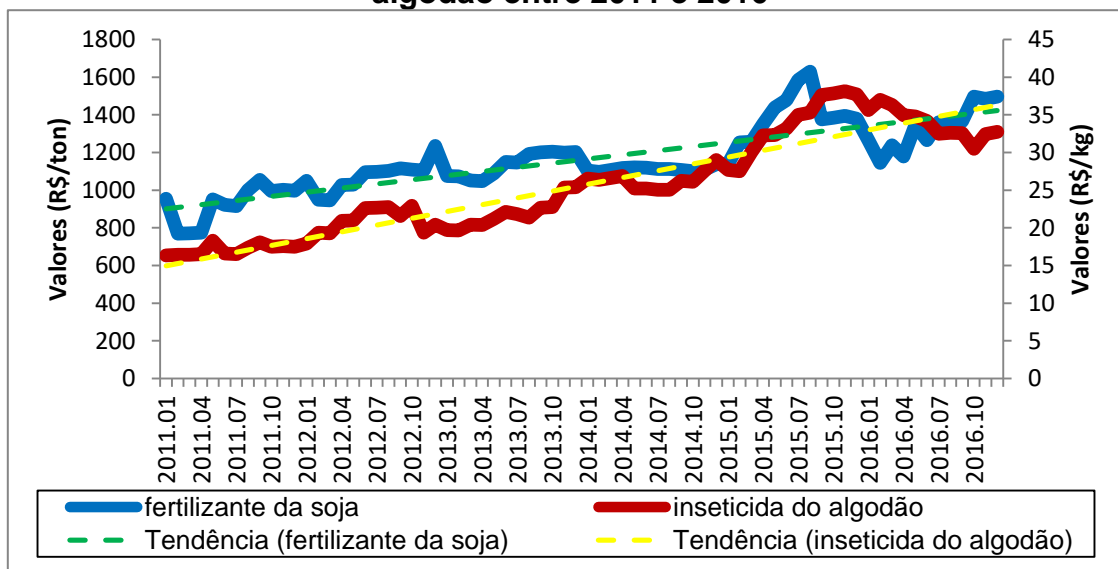
Em contrapartida, os preços de venda da pluma de algodão acompanham principalmente a demanda do mercado interno das indústrias têxteis. Valores muito elevados do dólar frente ao real são prejudiciais, gerando elevação no custo de produção, redução nos investimentos e, por consequência, na demanda por matéria-prima, o que influencia diretamente o preço da pluma. Em períodos de elevação da taxa de câmbio os preços de venda da pluma do algodão tendem a retrair (IMEA, 2017b).

Na FIGURA 16, são apresentados os preços de venda do fertilizante da soja e do inseticida do algodão na série de dados utilizadas, bem como as linhas de tendência de cada insumo. Tanto o inseticida para a cultura do algodão quanto o fertilizante para a cultura da soja apresentaram a tendência de elevação dos valores do início para o final da série de dados. O comportamento dos dois insumos mostrou-se similar, tendo em comum a interferência direta do valor do dólar em seus preços de venda. Os principais

insumos utilizados nas culturas são provenientes de fontes internacionais, portanto muito suscetíveis às mudanças da taxa de câmbio.

Dadas as linhas de tendência dos valores apresentarem um comportamento similar (ver FIGURA 16), não foi possível determinar o melhor sistema de plantio somente com base neste parâmetro, apenas a evidência de que em ambos os sistemas o cenário de alta do dólar influi diretamente no preço dos insumos e na elevação dos custos de produção (SINDIVEG, 2017). Para uma análise mais profunda da influência dos itens de custo citados, avaliar os custos logísticos torna-se indispensável.

Figura 16 – Preços de venda do fertilizante da soja e do inseticida do algodão entre 2011 e 2016



Fonte: Adaptado de Brasil (2017f).

4.7 Percentis de risco da renda líquida

Os percentis de risco permitem avaliar o risco inerente a um indicador analisado em diferentes níveis e indicar a melhor escolha para cada perfil de investidor, tanto para os mais avessos a elevados riscos, quanto aos mais permissíveis. Assim, um produtor pode avaliar de acordo com o nível de risco ao qual ele aceitaria investir, o provável retorno financeiro, no caso da renda líquida, e a perspectiva de obtenção deste retorno econômico frente aos custos de produção, no caso do índice de lucratividade. Na TABELA 10 são apresentados os percentis de risco para o indicador da renda líquida.

No menor percentil de risco analisado (ver TABELA 10), o percentil 5, verifica-se que há apenas 5% de chance da monocultura da soja apresentar prejuízos maiores do que R\$ 603,55/ha sendo este o melhor resultado entre os casos analisados. A sucessão soja-algodão e a monocultura do algodão apresentaram os maiores prejuízos para esta probabilidade de ocorrência, com prejuízos de R\$ 1656,23 e R\$ 1664,06, respectivamente. O destaque é que os valores para estes dois casos foram muito elevados comparando-se aos outros casos, sendo maior que o dobro do obtido para a monocultura da soja.

A partir do percentil 30 (ver TABELA 10) aparece o primeiro caso a atingir a possibilidade de renda líquida positiva, a sucessão soja-milho, com um valor de R\$ 107,75 por hectare. No percentil 40, os casos da sucessão soja-algodão e da monocultura da soja apresentam os primeiros resultados positivos, com R\$ 207,69/ha e R\$ 42,27/ha, respectivamente. A monocultura do algodão é o caso mais tardio a atingir resultados positivos, somente no percentil 50, com um valor de R\$ 185,99/ha.

Outra informação relevante nos percentis de risco é o melhor desempenho do sistema de sucessão de culturas frente aos casos em monocultura nos menores níveis de risco (ver TABELA 10), pois desde o percentil 40 até o percentil 70, ambos os casos de sucessão de culturas apresentam os melhores resultados observados. Somente a partir do percentil 80, a monocultura do

algodão assume o segundo melhor resultado, com R\$ 1835,28, mantendo esta posição até o último percentil avaliado.

No percentil de risco mais elevado observado (Ver TABELA 10), o percentil 95, a sucessão soja-algodão apresentou 5% de chance de obtenção de valores acima de R\$ 4674,52/ha, o melhor resultado obtido, sendo seguida pela monocultura do algodão (R\$ 4147,60) e em terceiro lugar a sucessão de culturas soja-milho com R\$ 2862,82. Neste nível, a monocultura da soja apresentou o pior resultado para a renda líquida, com um valor de R\$ 1715,71.

Os resultados mais prováveis para cada caso (ver TABELA 10) localizam-se entre os percentis de risco 5 e 95, onde foi verificada que a maior amplitude de valores foi obtida na sucessão soja-algodão com R\$ 6330,75/ha, seguida pela monocultura do algodão com R\$ 5811,66/ha da sucessão soja-milho com R\$ 3695,95/ha e da monocultura da soja com R\$ 2319,26/ha. Esperancini (2006) afirma que quanto maior a diferença entre os valores pessimista e otimista, maior será a amplitude, a variabilidade dos resultados e o nível de risco para obtenção dos mesmos. Os resultados da TABELA 10 mostram um maior nível de risco para a sucessão de culturas soja-algodão e para a monocultura do algodão e o menor nível de risco para a monocultura da soja.

Apesar dos melhores resultados da monocultura do algodão e da sucessão soja-algodão, estes casos apresentaram 30% de probabilidade de maiores prejuízos (ver TABELA 10), sendo esta também uma informação relevante a ser considerada pelos produtores. Ressalta-se também que os resultados elevados para a monocultura do algodão tiveram a probabilidade de ocorrência de 30% (ver TABELA 10), visto que até a faixa de percentis de riscos de 70% a sucessão soja-milho apresentou melhores resultados. Este caso também apresentou o maior equilíbrio entre alta rentabilidade e baixos níveis de risco, pois até a faixa de risco de 50% os valores para este caso foram os melhores e acima desta o segundo melhor até 70% de riscos admissíveis.

A monocultura da soja apresentou a menor remuneração entre todos os casos (ver TABELA 10), mas a menor probabilidade de prejuízos, sendo indicada para os produtores mais avessos a riscos, mas que não almejam uma

atividade com as maiores rentabilidades. O sistema de sucessão de culturas apresentou melhores resultados (ver TABELA 10), sendo o sistema mais lucrativo analisado tanto a menores quanto a maiores níveis de risco admissíveis.

A presença de duas culturas comerciais influenciou positivamente nos resultados para o sistema de sucessão de culturas, pois como foi considerada a soma dos resultados para cada cultura que compõem o sistema, a venda de dois produtos finais frente a apenas um da monocultura ajudou a elevar a rentabilidade deste sistema.

Tabela 10 – Percentis de risco da renda líquida para todos os sistemas em R\$/ha

Nível de risco	Monocultura		Sucessão de culturas	
	Algodão	Soja	Soja-algodão	Soja-milho
5	-1664,06	-603,55	-1656,23	-833,13
10	-1328,49	-499,57	-1247,83	-575,46
20	-902,94	-323,09	-667,22	-201,20
30	-556,04	-148,00	-226,11	107,75
40	-190,31	42,27	207,69	391,62
50	185,99	248,03	620,98	669,42
55	388,45	357,12	837,83	819,62
60	596,33	467,28	1061,30	970,26
70	1100,40	713,81	1592,41	1290,30
80	1835,28	1031,61	2310,01	1719,86
90	2981,89	1431,35	3535,99	2295,41
95	4147,60	1715,71	4674,52	2862,82

Fonte: Resultados da Pesquisa. Elaborado pelo autor.

4.8 Percentis de risco para o índice de lucratividade

Na TABELA 11, são apresentados os percentis de risco para o índice de lucratividade.

No primeiro nível de risco observado, o percentil 5 (ver TABELA 11), todos os casos apresentaram probabilidade de resultados negativos, sendo que o menor prejuízo observado foi na sucessão soja-milho (-20,92), seguido pela

sucessão soja-algodão (-22,49), pela monocultura da soja (-28,01) e pela monocultura do algodão (-35,92). Neste nível de risco, houve uma tendência de menores prejuízos para os casos de sucessões de culturas e um destaque negativo para o resultado da monocultura do algodão, o maior prejuízo esperado para este nível de risco.

No percentil 30, observa-se a primeira probabilidade de retorno positivo para os casos analisados (ver TABELA 11), a sucessão soja-milho com um índice de lucratividade de 2,02, demonstrando uma tendência de retorno positivo a menores níveis de risco para este caso. No percentil 40 (ver TABELA 11) somente a monocultura do algodão ainda apresenta probabilidades de prejuízos para o índice de lucratividade (-3,08), a monocultura da soja e a sucessão soja-algodão apresentam os primeiros resultados positivos, com valores de 1,52 e 1,87 respectivamente.

No percentil 50 (ver TABELA 11), observa-se o primeiro resultado positivo para a monocultura do algodão (2,99) e uma mudança na tendência inicial de melhores resultados para os casos de sucessões de culturas, pois a monocultura da soja passa a ter o segundo melhor resultado (8,33) a frente da sucessão soja-algodão (6,54) e atrás da sucessão soja-milho (12,58).

Até o percentil 70 destaca-se os resultados para a sucessão soja-milho frente aos outros casos (ver TABELA 11), com a probabilidade de maiores valores para o índice de lucratividade em todos os percentis de risco até este nível. A partir do percentil 80 os casos de monocultura passam a apresentar a probabilidade de maiores resultados, com a monocultura da soja tendo o maior resultado (27,48).

Nos dois níveis de risco mais elevados analisados (90 e 95), os casos de monoculturas apresentam os melhores resultados (ver TABELA 11), com a monocultura do algodão apresentando o melhor resultado no percentil 95 (41,51) seguida pela monocultura da soja (39,27).

Analisando-se a amplitude dos resultados para os percentis de risco do índice de lucratividade (ver TABELA 11), notam-se as menores variabilidades

de resultados para as sucessões de culturas, com a menor amplitude para a sucessão soja-milho (58,71), seguida da sucessão soja-algodão (58,21). Os casos de monocultura apresentaram uma maior variabilidade nos resultados prováveis para o índice de lucratividade (ver TABELA 11), pois as amplitudes para estes casos foram superiores, com a monocultura da soja apresentando uma amplitude de 67,28 e a monocultura do algodão de 77,43, demonstrando uma tendência de maiores níveis de risco para estes casos e maiores dificuldades de obtenção dos valores apresentados.

Tabela 11 – Percentis de risco do índice de lucratividade para todos os sistemas

Percentis de risco	Monocultura		Sucessão de culturas	
	Algodão	Soja	Soja-algodão	Soja-milho
5	-35,92	-28,01	-22,49	-20,92
10	-27,49	-22,45	-16,31	-13,11
20	-17,91	-13,54	-8,55	-4,31
30	-9,98	-5,79	-2,82	2,02
40	-3,08	1,52	1,87	7,71
50	2,99	8,33	6,54	12,58
55	6,07	11,77	8,77	14,71
60	9,33	14,76	10,96	17,00
70	16,10	21,20	15,83	21,57
80	23,75	27,48	21,53	26,49
90	33,73	34,81	29,37	32,66
95	41,51	39,27	35,72	37,79

Fonte: Resultados da Pesquisa. Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados das simulações dos indicadores, os sistemas de sucessão de culturas apresentaram valores de rentabilidade mais elevados do que os sistemas de monocultura em níveis de risco menores, sendo os sistemas recomendados. A probabilidade de se obter maior lucratividade neste sistema torna tal opção mais atrativa para os produtores. A contrapartida é que o sistema de sucessão de culturas, por apresentar uma cultura a mais do que o sistema de monocultura, demanda uma gestão de mais fatores que podem gerar riscos ao sistema produtivo e assim a uma probabilidade maior de variação dos resultados.

Comparando-se os casos de cada sistema, notou-se que a cultura do algodão, apesar de gerar melhores resultados, necessita de maiores investimentos e de maiores níveis de risco para se atingir a viabilidade econômica da atividade, sendo mais indicada para produtores mais qualificados para gestão da produção e dispostos a assumirem maiores riscos, tanto para a condução da produção em sistema de monocultura quanto em sucessão à cultura da soja.

A monocultura da soja foi o caso com os menores resultados prováveis observados, mas com os menores prejuízos dentre todos os casos, sendo este um investimento mais adequado para produtores mais conservadores e avessos a investirem em atividades de elevado risco.

A sucessão de culturas soja-milho apresentou-se como o investimento mais regular dentre os analisados, tendo a probabilidade de se obter elevados resultados para ambos os indicadores, tanto em níveis inferiores quanto superiores de risco, sendo indicada para produtores propensos a assumirem níveis de risco mais elevados do que os conservadores.

Os resultados finais das simulações dos sistemas de produção avaliados nesta pesquisa e os perfis de produtores mais indicados para cada sistema são apresentados na TABELA 12.

Tabela 12 – Resumo das conclusões da pesquisa

SISTEMAS DE PRODUÇÃO	RESULTADOS OBTIDOS	TIPO DE PRODUTOR
Monocultura da Soja	Baixa probabilidade de prejuízos, menor rentabilidade provável e mais baixo nível de risco observado.	Indicado para produtores mais conservadores e avessos a elevados níveis de riscos.
Sucessão de culturas Soja-Milho	Baixa probabilidade de prejuízos, rentabilidade provável mediana e baixo nível de risco.	Indicado a produtores avessos a elevados níveis de risco, mas que estão dispostos a aceitarem maiores riscos do que os conservadores.
Monocultura do Algodão	Elevada probabilidade de prejuízos, alta rentabilidade provável e elevado nível de risco.	Indicado a produtores dispostos a assumirem maiores riscos.
Sucessão de culturas Soja-Algodão	Elevada probabilidade de prejuízos, a mais alta rentabilidade provável e elevado nível de risco.	Indicado a produtores dispostos a assumirem maiores riscos.

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDEBERT, S.; BÜRGER, J.; STEIN, S.; GEROWITT, B. The influence of crop sequence on fungicide and herbicide use intensities in north German arable farming. **European Journal of Agronomy**. v. 77, 2016.

ANDRADE, M. G. F.; PIMENTA, P. R.; MUNHÃO, E. E.; MORAIS, M. I. Controle de custos na agricultura: um estudo sobre a rentabilidade na cultura da soja. **XVIII Congresso Brasileiro de Custos**, Rio de Janeiro, 07 a 09 de novembro de 2011.

ANDRADE, J. F.; POGGIO, S. L.; ERMÁCORA, M.; SATORRE, E. H. Land use intensification in the rolling pampa, Argentina: diversifying crop sequences to increase yields and resource use. **European Journal of Agronomy**. v. 82, 2017.

Anuário da Agricultura Brasileira - AGRIANUAL. São Paulo, 2012.

Anuário da Agricultura Brasileira - AGRIANUAL. São Paulo, 2013.

Anuário da Agricultura Brasileira - AGRIANUAL. São Paulo, 2014.

Anuário da Agricultura Brasileira - AGRIANUAL. São Paulo, 2015.

Anuário da Agricultura Brasileira - AGRIANUAL. São Paulo, 2016.

ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; FILHO, A. B. C. Rentabilidade da produção de alface em função do ambiente, preparo do solo e época de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, 2012.

Associação Brasileira de Produtores de Algodão - ABRAPA. **A Cadeia do Algodão Brasileiro - Safra 2012/2013: desafios e estratégias**. Brasília, 2013.

AVEN, T. **Foundations of risk analysis**. West Sussex, John Wiley, 2003.

AYROZA, L. M. S.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, D. M. M. R.; FILHO, J. D. S.; SALLES, F. A. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nylo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 2, 2011.

BENNETT, A. J.; BENDING, G. D.; CHANDLER, D.; HILTON, S.; MILLS, P. Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations. **Biological reviews**. v. 87, 2012.

BIASIO, R.; DANI, D.; ECKERT, A.; MECCA, M. S. Determinação do custo e da rentabilidade na cultura do morango em uma pequena propriedade agrícola situada em Flores da Cunha/RS. **Custos e @gronegocio on line** - v. 11, n. 1, 2015.

BRASIL – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Londrina, 2012.

BRASIL – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Décimo levantamento da safra 2016/17**. v. 4, n. 10, Brasília, 2017a.

BRASIL – Companhia Nacional de Abastecimento. **O comportamento dos preços dos insumos agrícolas na produção de milho e soja**. v. 7, Brasília, 2017b.

BRASIL – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Rotação de culturas**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3s932q7k.html>> Acesso em: 15 de Agosto de 2017c.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor bruto da Produção**. Fevereiro, 2017d.

BRASIL - Companhia Nacional de Abastecimento. **Preços de venda do milho e da soja em Mato Grosso**. Disponível em: <<http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb>> Acesso em: 15 de Setembro de 2017e.

BRASIL – Companhia Nacional de Abastecimento. **Preços dos insumos agropecuários**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 18 de Setembro de 2017f.

BRASIL – Banco Central Brasileiro. **Cotações e boletins**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>> Acesso em 28 de Dezembro de 2017g.

BÜRGER, J.; DARMENCY, H.; GRANGER, S.; GUYOT, S. H. M.; MESSÉAN, A.; COLBACH, N. Simulation study of the impact of changed cropping practices in conventional and GM maize on weeds and associated biodiversity. **Agricultural systems**. v. 137, 2015.

CALLEGARI - JACQUES, S. M. **Bioestatística – princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Plantas de cobertura, sucessão de culturas e manejo do solo em feijoeiro. **Bragantia**, v. 66, n. 4, 2007

CASTRO, J. B.; OLIVEIRA, B.; BARROSO, A. C. Análise de risco de investimento na sojicultura em Goiás para a safra 2012/1013. **25^o Conjuntura Econômica Goiana**, Junho de 2013.

CERVI, R. G. **Modelagem matemática para maximização da produção de cana-de-açúcar e impactos sobre o custo de operações mecanizadas de corte e carregamento**. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

CHIESA, A. C. M.; SISMEIRO, M. N. S.; PASINI, A.; ROGGIA, S. Tratamento de sementes para manejo do percevejo-barriga-verde na cultura de soja e

milho em sucessão. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 51, n. 4, Brasília, 2016.

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Rentabilidade e risco de investimento na produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes kunth*). **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, 2010.

CORRAR, L. J. O modelo econômico da empresa em condições de incerteza aplicação do método de simulação de Monte Carlo. **Caderno de Estudos**, São Paulo, n. 8, 1993.

CORREIA, S. L. **Desempenho agrônômico de arroz irrigado em sucessão a coberturas de solo**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CORREIA NETO, J. F.; MOURA, H. J.; FORTE, S. H. A. C. Modelo prático de previsão de fluxo de caixa operacional para empresas comerciais considerando os efeitos do risco, através do método de Monte Carlo. **Revista eletrônica de administração**. v. 8, n. 3, 2002.

DELONGE, M. S.; MILES, A.; CARLISLE, L. Investing in the transition to sustainable agriculture. **Environmental Science & policy**. v. 55, 2016.

ESPERANCINI, M. S. T. **Avaliação econômica de sistemas de sucessão de culturas sob condições de risco no estado de São Paulo, 2005**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2006 (Tese de livre docência).

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **Strategic work of FAO for sustainable food and agriculture**. 2017.

FENG, L.; WANG, G.; HAN, Y.; LI, Y.; ZHOU, Z.; CAO, W. Effects of planting pattern on growth and yield and economic benefits of cotton in a wheat-cotton double cropping system versus monoculture cotton. **Field crops research**. v. 213, 2017.

FERNANDES, L. M. Estudo da rentabilidade e risco da produção de eucalipto para energia em Minas Gerais. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 6, 2013.

FIGUEIREDO, A. M.; SANTOS, P. A.; SANTOLIN, R.; REIS, B. S. Integração na criação de frangos de corte na microrregião de Viçosa – MG: viabilidade econômica e análise de risco. **Revista estudos regionais**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 4, 2006.

FIGUEROLA, E. L. M.; GUERRERO, L. D.; TÜRKOWSKY, D.; WALL, L. G.; ERIJMAN, L. Crop monoculture rather than agriculture reduces the spatial turnover of soil bacterial communities at a regional scale. **Environmental microbiology**. v. 17, n. 3, 2015.

FRANCIS, C. A.; SANDERS, J. H. Economic analysis of bean and maize systems: monoculture versus associated cropping. **Field Crops Research**. v. 1, 1978.

- FRENCH, R. J.; MALIK, R. S.; SEYMOUR, M. Crop-sequence effects on productivity in a wheat-based cropping system at Wongan Hills, Western Australia. **Crop & Pasture Science**. v. 66, 2015.
- GÖTZE, P.; RÜCKNAGEL, J.; WENSCH-DORENDORF, M.; MÄRLÄNDER, B.; CHRISTEN, O. Crop rotation effects on yield, technological quality and yield stability of sugar beet after 45 trial years. **European Journal of Agronomy**. v. 82, 2017
- HALLORAN, J. M.; ARCHER, D. W. External economic drivers and US agricultural production systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**. v. 23, 2008.
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODÃO - IMAMT. **Circular Técnica**. N. 8, 2014
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA. **3ª estimativa da safra 2016/17: algodão**. Setembro, 2016.
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA. **5ª estimativa da safra de soja – 2016/17**. Maio, 2017a.
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA. **Conjuntura econômica**. n. 40, Setembro, 2017b.
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA. **Agronegócio no Brasil e em Mato Grosso**. Setembro, 2017c.
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA. **6ª estimativa da safra de milho – 2016/17**. Setembro, 2017d.
- JAHANZAD, E.; SADEGHOPOURT, A.; HASHEMI, M.; KESHAVARZ AFSHAR, R.; HOSSEINI, M. B.; BAKER, A. V. Silage fermentation profile, chemical composition and economic evaluation of millet and soya bean grown in monocultures and intercrops. **Grass and forage Science**. v. 71, 2015
- KREUZ, C. L.; SOUZA, A.; SCHUCK, E.; PETRI, J. L. Avaliação econômica de alternativas de investimento no agronegócio da uva no meio oeste catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, 2005.
- 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**, Maringá, v. 29, n. 3, 2007.
- LIMA, A. R.; GIRARDI, E. P.; MANCIO, D.; NUNES, D. C. Impactos da monocultura de eucalipto sobre a estrutura agrária nas regiões norte e central do Espírito Santo. **Revista Nera**, n. 34, 2016.
- LOPES, M. A. O futuro da gestão de riscos na agropecuária. **Revista de política agrícola**. n. 3, 2017.

MACHADO, R. S.; PEREIRA, B. D.; MUNIZ, M. M.; PALLAORO, D. S. Otimização dos custos de transporte para exportação da pluma de algodão: contraste entre Mato Grosso e Bahia. **Nexos Econômicos**. v. 9, n. 2, 2015.

MACHIANI, M. A.; JAVANMARD, A.; MORSHEDLOO, R.; MAGGI, F. Evaluation of competition, essential oil quality and quantity of ppermint intercropped with soybean. **Industrial crops & products**. v. 111, 2018.

MATIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações econômicas**, v. 28, n. 1, 1998.

MARTINS, E. A.; CAMPOS, R. T.; CAMPOS, K. C.; ALMEIDA, C. S. Rentabilidade da produção de acerola orgânica sob condição determinística e de risco: estudo do distrito de irrigação Tabuleiro Litorâneo do Piauí. **Revista de economia e sociologia rural**, Piracicaba, v. 54, n. 1, 2016.

MELO, C. O.; SILVA, G. H.; ESPERANCINI, M. S. T. Análise econômica da produção de frango de corte sob condições de risco no estado do Paraná. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 6, 2008.

MELO, C. O.; SILVA, G. H.; ESPERANCINI, M. S. T. Análise econômica da produção de soja e de milho na safra de verão, no estado do Paraná. **Revista de Política Agrícola**, n. 1, 2012.

MELO, D. M.; CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T. Dinâmica do crescimento do meloeiro rendilhado “Fantasy” cultivado em substrato sob ambiente protegido. **Biotemas**. v. 27, n. 2, 2014.

MENDES, J. T. G.; PADILHA, J. B. **Agronegócio: Uma abordagem econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MIGUEL, F. B., ESPERANCINI, M. S. T., FURLANETO, F. P. B., BÁRBARO, I. M., TICELLI, M. Adoção de milho transgênico no estado de São Paulo: resultados econômicos e riscos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 6, 2013.

OLIVEIRA, M. D. M.; VEGRO, C. L. R. Custo de produção e rentabilidade na cafeicultura paulista: um estudo de caso. **Informações econômicas**, v. 34, n. 4, 2005.

PALISADE CORPORATION. **@RISK 5.5 for industrial edition**. New York, 2002.

PANAITESCU, L.; PRICOP, S. M.; VISAN, D.; SIMONA NITA, R. The manifestation of the productive potential in corn (*zea mays l.*) monoculture on a typical chernozem, qith some FAO 300-400 group hybrids. **Research Journal of Agricultural Science**, v. 47, n. 3, 2015.

PERNET, C. R.; WILCOX, R.; GUILLAUME, A.; ROUSSELET, A. Robust correlation analyses: false positive and power validation using a new open source Matlab toolbox. **Frontiers in psychology**. v. 3, 2013.

PINTO NETO, J. N.; ALVARENGA, M. I. N.; CORREA, M. P.; OLIVEIRA, C. C. Efeito das variáveis ambientais na produção de café em um sistema agroflorestal. **Coffe Science**, v. 9, n. 2, 2014.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; MATA, H. T. C.; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte fluminense. **Revista estudos regionais**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, 2004.

REIS, E. M.; SEGALIN, M.; MORAES, N. L.; GHISSI, V. C. Efeitos da rotação de culturas na incidência de podridões radiciais e na produtividade da soja. **Summa Phytopathologica**. v. 40, n. 1, 2014

RIDIER, A.; CHAIB, K.; ROUSSY, C. A dynamics stochastic programming modelo f crop rotation choice to teste the adoption of long rotation under price and production risks. **European jornal of operational research**. v. 252, 2016.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M.; LHAMBY, J. C. B.; WOBETO, C. Efeito da rotação de culturas sobre o trigo, em sistema plantio direto, em Guarapuava, PR. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 31, n. 4, 1996.

SALASSI, M. E.; DELIBERTO, M. A.; GUIDRY, K. M. Economically optimal crop sequences using risk-adjusted network flows: modeling cotton crop rotations in the southeastern United States. **Agricultural systems**. v. 118, 2013.

SECRETI, M. L. **Aporte de carbono ao solo por sistemas de monocultura, sucessão e rotação de culturas**. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

SILVA, C. S. J.; OLIVEIRA, A. D.; JUNIOR, L. M. C.; SCOLFORO, J. R. S.; SOUZA, A. N. Viabilidade econômica e rotação florestal de plantio de candeia (*Eremanthus erythropappus*), em condições de risco. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, 2014.

SILVEIRA, L. G.; SOARES, M. A.; SILVA, M. A. Rentabilidade do gado de corte na fase de recria: uso da simulação de Monte Carlo para planejamento e controle empresarial. **Custos e @gronegocio on line**, v. 9, n. 4, 2013.

Sindicato nacional da indústria de produtos para defesa vegetal - SINDIVEG. **Setor de defensivos agrícolas registra queda nas vendas em 2016**. Disponível em: <<http://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Release-03abr2017-FINAL.pdf>> Acesso em: 10 de Outubro de 2017.

SOUZA, J. A.; RIBEIRO, A. S. Vantagens da utilização do método de Monte Carlo na avaliação das incertezas de medição. **II Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Metrologia**, Lisboa, 17 de Novembro de 2006.

SOUZA, N. C.; CAMPOS, R. T.; CARVALHO, R. M.; CABRAL, J. E. O. Avaliação da rentabilidade em condições de risco do café ecológico da área de proteção ambiental da serra de Baturité – CE. **Documentos técnico-científicos**. v. 41, n. 1, 2010.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: UFV, 2012, 108p.

SOUZA, G. R.; OLIVEIRA, S. C.; SANTINI, G. A. A influência do prêmio de exportação, da taxa de câmbio e dos preços externos sobre o preço da soja no Brasil. **Latin american journal of business management**. v. 4, n. 1, 2013.

SOUZA FILHO, A. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; PRESTON, W.; SILVA, G. F.; CARVALHO, S. L. Nitrogen and phosphate fertilizer on green corn grown in succession to the melon crop. **Horticultura brasileira**. v. 34, n. 3, 2016.

TAVARES FILHO, F. **Rentabilidade e valor das companhias no Brasil**: uma análise comparativa das empresas que aderiram aos níveis de governança corporativa da Bovespa. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

VALENTE, A. S. O.; OLIVEIRA, E. C. P.; VIEIRA, T. A. Agroecological practices in land use systems in a rural community in eastern amazon, Brasil. **Revista Espacios**. v. 38, n. 22, 2017.

VERNETTI JUNIOR, F. J.; GOMES, A. S.; SCHUCH, L. O. B. Sustentabilidade de sistemas de rotação e sucessão de culturas em solos de várzea no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, 2009.

VIEIRA, A. O.; CAMPOS, D. T. S.; GUIMARAES, S. C.; KAPPES, C. Diversidade de culturas altera a abundância de microorganismos do solo. **I congresso brasileiro de microbiologia agropecuária**. 09 a 12 de maio de 2016, Jaboticabal, SP.

WERNKE, R. Avaliação da rentabilidade dos segmentos de mercado com o uso dos conceitos de margem de contribuição e valor presente: estudo de caso em distribuidora de mercadorias de pequeno porte. **XIV Congresso Brasileiro de Custos**, João Pessoa, 05 de dezembro a 07 de dezembro de 2007.

XING, L.; WESTPHAL, A. Effects of crop rotation of soybean with corn on severity of sudden death syndrome and population densities of *Heterodera glycines* in naturally infested soil. **Field Crops Research**. v. 112, 2009.

YANG, X.; YIN, C.; CHIEN, H.; LI, G.; NAGUMO, F. An evaluatio of minimum tillage in the corn-wheat cropping system in Hebei province, China: wheat productivity and water conservation. **JARQ**. v. 50, n. 3, 2016

YORIYAZ, H. Método de Monte Carlo: princípios e aplicações em física médica. **Revista Brasileira de Física Médica**. v. 3, n. 1, 2009.

ANEXO A – Custo de produção do milho – Safra 2011/12

Milho 2 safra - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011/12				
Descrição	Especificação	5.500 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	84,59	0,10	8,46
A.2. Plantio				
Plantio	HM TP 165cv 4x4 + plantadeira	156,53	0,20	31,31
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,50	0,10	0,45
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,15	8,66
A.3. Tratos culturais				
Adubação de cobertura	HM Tp 125cv 4x4 + cultivador adubador	67,30	0,10	6,73
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	95,98	0,10	9,60
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,50	0,15	0,68
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,25	14,44
A.4. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 240cv	232,35	0,50	116,18
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,50	0,20	0,90
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,05	2,89
Subtotal A				200,29
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes				
Uréia Agrícola	R\$/tonelada	1.250,00	0,08	93,75
05-25-25 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.275,00	0,12	153,00
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.200,00	0,08	96,00
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/60.000 sementes	335,00	1,00	335,00
B.3. Defensivos agrícolas				
Herbicidas	R\$/litro	9,12	3,50	32,39
Inseticidas	R\$/litro	57,96	0,80	49,36
Outros	R\$/litro	3,25	0,50	1,63
Subtotal B				761,15
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	20,44	1,00	20,44
Assistência técnica	R\$/ha	11,35	1,00	11,35
Contabil./Escritório	R\$/ha	2,27	1,00	2,27
Luz/Telefone	R\$/ha	4,54	1,00	4,54
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	5,07	1,00	5,07
Impostos/Taxas	%Receita	0,02	1,00	37,95
Subtotal C				87,83
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	13,80	5,50	75,90
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	22,50	5,50	123,75
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	4,67	5,50	25,69
Taxa administrativa	R\$/tonelada	2,72	5,50	14,96
Subtotal D				240,30
Custo total (R\$/ha)				1.289,52

Fonte: AGRIANUAL (2012)

ANEXO B – Custo de produção do milho – Safra 2012/13

Milho 2 safra - Custo de Produção (R\$/ha) - 2012/13				
Descrição	Especificação	7.000 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	79,81	0,10	7,98
A.2. Plantio				
Plantio	HM TP 165cv 4x4 + plantadeira	182,23	0,20	36,45
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,86	0,10	0,49
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	0,15	9,97
A.3. Tratos culturais				
Adubação de cobertura	HM Tp 125cv 4x4 + cultivador adubador	67,42	0,10	6,74
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	161,13	0,10	16,11
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,86	0,15	0,73
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	0,25	16,62
A.4. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 240cv	241,13	0,50	120,57
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,86	0,20	0,97
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,42	0,05	3,32
Subtotal A				219,95
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes				
Uréia Agrícola	R\$/tonelada	1.500,00	0,08	97,88
05-25-25 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.330,00	0,12	159,60
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.550,00	0,08	124,00
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/60.000 sementes	339,00	1,00	339,00
B.3. Defensivos agrícolas				
Herbicidas	R\$/litro	8,47	4,50	38,12
Inseticidas	R\$/litro	131,93	0,45	59,37
Outros	R\$/litro	4,50	0,50	2,25
Subtotal B				834,82
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	20,44	1,00	20,44
Assistência técnica	R\$/ha	11,35	1,00	11,35
Contabil./Escritório	R\$/ha	2,27	1,00	2,27
Luz/Telefone	R\$/ha	4,54	1,00	4,54
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	5,07	1,00	5,07
Impostos/Taxas	%Receita	0,02	1,00	48,30
Subtotal C				98,18
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	14,40	7,00	100,80
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	25,00	7,00	175,00
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	5,00	7,00	35,00
Taxa administrativa	R\$/tonelada	3,00	7,00	21,00
Subtotal D				331,80
Custo total (R\$/ha)				1.484,74

Fonte: AGRIANUAL (2013)

ANEXO C – Custo de produção do milho – Safra 2013/14

Milho 2 safra - Custo de Produção (R\$/ha) - 2013/14				
Descrição	Especificação	8.625 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	106,61	0,10	10,66
A.2. Plantio				
Plantio	HM TP 165cv 4x4 + plantadeira	191,22	0,20	38,24
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,86	0,10	0,49
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,15	12,17
A.3. Tratos culturais				
Adubação de cobertura	HM Tp 125cv 4x4 + cultivador adubador	99,71	0,10	9,97
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	184,93	0,10	18,49
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,30	0,15	0,79
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,25	20,28
A.4. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 240cv	252,25	0,50	126,13
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,30	0,20	1,06
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,05	4,06
Subtotal A				242,34
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes				
Uréia Agrícola	R\$/tonelada	1.305,00	0,08	97,88
05-25-25 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.295,00	0,12	155,40
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.365,00	0,08	109,20
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/60.000 sementes	424,50	1,00	424,50
B.3. Defensivos agrícolas				
Herbicidas	R\$/litro	42,73	1,50	64,10
Inseticidas	R\$/litro	145,02	0,45	65,26
Outros	R\$/litro	6,40	0,50	3,20
Subtotal B				919,53
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	25,43	1,00	25,43
Assistência técnica	R\$/ha	14,13	1,00	14,13
Contabil./Escritório	R\$/ha	2,83	1,00	2,83
Luz/Telefone	R\$/ha	5,65	1,00	5,65
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	6,25	1,00	6,25
Impostos/Taxas	%Receita	0,02	1,00	42,98
Subtotal C				103,46
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	16,20	9,66	156,49
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	29,17	9,66	281,78
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	6,67	9,66	64,43
Taxa administrativa	R\$/tonelada	3,58	9,66	34,58
Subtotal D				537,26
Custo total (R\$/ha)				1.802,58

Fonte: AGRIANUAL (2014)

ANEXO D – Custo de produção do milho – Safra 2014/15

Milho 2 safra - Custo de Produção (R\$/ha) - 2014/15					
Descrição	Especificação	8.625 kg/ha			
		V.U.	Qtde	Valor	
A - OPERAÇÕES					
A.1. Conservação do solo					
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	106,61	0,10		10,66
A.2. Plantio					
Plantio	HM TP 165cv 4x4 + plantadeira	191,22	0,20		38,24
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,30	0,10		0,53
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,15		12,17
A.3. Tratos culturais					
Adubação de cobertura	HM Tp 125cv 4x4 + cultivador adubador	99,71	0,10		9,97
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	184,93	0,10		18,49
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,30	0,15		0,80
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,25		20,28
A.4. Colheita					
Colheita mecânica	HM Colhedora 240cv	252,25	0,50		126,13
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,30	0,20		1,06
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,05		4,06
Subtotal A					242,38
B - INSUMOS					
B.1. Fertilizantes					
Uréia Agrícola	R\$/tonelada	1.305,00	0,08		104,40
05-25-25 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.295,00	0,12		155,40
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.365,00	0,08		109,20
B.2. Sementes					
Sementes	R\$/60.000 sementes	424,50	1,00		424,50
B.3. Defensivos agrícolas					
Herbicidas	R\$/litro	12,95	7,50		97,13
Inseticidas	R\$/litro	44,59	2,45		109,25
Outros	R\$/litro	6,40	1,50		9,60
Subtotal B					1.002,93
C - ADMINISTRAÇÃO					
M.O. Administrativa	R\$/ha	27,15	1,00		27,15
Assistência técnica	R\$/ha	15,08	1,00		15,08
Contabil./Escritório	R\$/ha	3,02	1,00		3,02
Luz/Telefone	R\$/ha	6,03	1,00		6,03
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,80	1,00		6,80
Viagens	R\$/ha	6,75	1,00		6,75
Impostos/Taxas	%Receita	0,02	1,00		44,63
Subtotal C					109,46
D - PÓS-COLHEITA					
Transporte até armazém	R\$/tonelada	16,20	8,63		139,81
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	30,83	8,63		266,06
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	6,67	8,63		57,56
Taxa administrativa	R\$/tonelada	3,75	8,63		32,36
Subtotal D					495,51
Custo total (R\$/ha)					1.850,28

Fonte: AGRIANUAL (2015)

ANEXO E – Custo de produção do milho – Safra 2015/16

Milho 2 safra - Custo de Produção (R\$/ha) - 2015/16				
Descrição	Especificação	8.970 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	106,61	0,10	10,66
A.2. Plantio				
Plantio	HM TP 165cv 4x4 + plantadeira	191,22	0,20	38,24
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	6,73	0,10	0,67
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,15	12,17
A.3. Tratos culturais				
Adubação de cobertura	HM Tp 125cv 4x4 + cultivador adubador	99,71	0,10	9,97
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	182,94	0,10	18,29
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	6,73	0,15	1,01
Transportes internos	HM Caminhão Truck	123,24	0,25	30,81
A.4. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 240cv	343,88	0,40	137,55
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	6,73	0,20	1,35
Transportes internos	HM Caminhão Truck	123,24	0,05	6,16
Subtotal A				266,89
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes				
Uréia Agrícola	R\$/tonelada	1.525,00	0,08	122,00
05-25-25 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.600,00	0,12	192,00
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.495,00	0,08	119,60
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/60.000 sementes	395,00	1,00	395,00
B.3. Defensivos agrícolas				
Herbicidas	R\$/litro	12,08	7,50	90,60
Inseticidas	R\$/litro	62,73	2,45	153,69
Outros	R\$/litro	12,51	1,50	18,77
Subtotal B				1084,03
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	29,55	1,00	29,55
Assistência técnica	R\$/ha	19,70	1,00	19,70
Contabil./Escritório	R\$/ha	6,57	1,00	6,57
Luz/Telefone	R\$/ha	9,85	1,00	9,85
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	28,10	1,00	28,10
Impostos/Taxas	%Receita	0,02	1,00	58,45
Subtotal C				158,42
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	24,00	8,97	215,28
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	37,50	8,97	336,38
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	7,67	8,97	68,80
Taxa administrativa	R\$/tonelada	4,52	8,97	40,54
Subtotal D				660,94
Custo total (R\$/ha)				2.170,28

Fonte: AGRIANUAL (2016)

ANEXO F – Custo de produção da soja – Safra 2011/12

Soja - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011/12				
Descrição	Especificação	3.300 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 125cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	82,64	0,10	8,26
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	70,94	0,12	8,51
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,50	0,10	0,45
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,10	5,78
A.3. Plantio				
Plantio	HM TP 180cv 4x4 + plantadeira	156,53	0,20	31,31
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	21,17	0,10	2,12
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,24	0,15	0,64
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,15	8,66
A.4. Tratos culturais				
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	151,81	0,24	36,43
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	4,24	0,15	0,64
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,24	0,20	0,85
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,15	8,66
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 350cv	232,35	0,50	116,18
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,24	0,20	0,85
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,05	2,89
Subtotal A				232,22
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário dolomítico	R\$/tonelada	80,00	0,35	28,00
00-20-20 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.045,00	0,40	418,00
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/kg	2,00	60,00	120,00
Inoculante + Micro	R\$/litro	1,41	1,70	2,40
Cobalto + Molibidênio	R\$/litro	-	-	-
B.3. Defensivos agrícolas				
Formicida	R\$/kg	11,50	0,20	2,30
Fungicidas	R\$/litro	57,32	0,96	55,03
Herbicidas	R\$/litro/kg	5,71	3,50	19,99
Inseticidas	R\$/litro/kg	16,20	0,57	9,23
Outros	R\$/litro	3,25	0,70	2,28
Subtotal B				657,82
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	20,44	1,00	20,44
Assistência técnica	R\$/ha	11,35	1,00	11,35
Contabil./Escritório	R\$/ha	2,27	1,00	2,27
Luz/Telefone	R\$/ha	4,54	1,00	4,54
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	5,07	1,00	5,07
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	49,97
Royalties	%Produção	2,00%	1,00	41,45
Subtotal C				141,30
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	13,80	3,30	45,54
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	20,00	3,30	66,00
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	4,11	3,30	13,56
Taxa administrativa	R\$/tonelada	2,41	3,30	7,95
Subtotal D				133,06
Custo total (R\$/ha)				1.167,00

Fonte: AGRIANUAL (2012)

ANEXO G – Custo de produção da soja – Safra 2012/13

Soja - Custo de Produção (R\$/ha) - 2012/13				
Descrição	Especificação	3.420 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 125cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	80,72	0,10	8,07
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	67,93	0,12	8,15
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,10	0,46
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	0,10	6,65
A.3. Plantio				
Plantio	HM TP 180cv 4x4 + plantadeira	129,57	0,20	25,91
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	19,32	0,10	1,93
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,15	0,69
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	0,15	9,97
A.4. Tratos culturais				
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	161,13	0,24	38,67
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	4,59	0,15	0,69
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,20	0,92
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	0,15	9,97
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 350cv	161,13	0,50	80,57
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,20	0,92
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	0,05	3,32
Subtotal A				234,98
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário dolomítico	R\$/tonelada	98,00	0,50	49,00
00-20-20 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.210,00	0,50	605,00
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/kg	2,60	50,00	130,00
Inoculante + Micro	R\$/litro	2,40	1,70	4,08
Cobalto + Molibidênio	R\$/litro	34,34	0,10	3,43
B.3. Defensivos agrícolas				
Formicida	R\$/kg	13,50	0,20	2,70
Fungicidas	R\$/litro	118,92	1,50	178,38
Herbicidas	R\$/litro/kg	8,35	11,83	98,78
Inseticidas	R\$/litro/kg	28,53	3,25	92,72
Outros	R\$/litro	7,42	3,00	22,26
Subtotal B				1.182,13
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	20,44	1,00	20,44
Assistência técnica	R\$/ha	11,35	1,00	11,35
Contabil./Escritório	R\$/ha	2,27	1,00	2,27
Luz/Telefone	R\$/ha	4,54	1,00	4,54
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	5,07	1,00	5,07
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	65,55
Royalties	%Produção	2,00%	1,00	57,00
Subtotal C				172,43
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	14,40	3,42	49,25
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	24,83	3,42	84,92
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	5,00	3,42	17,10
Taxa administrativa	R\$/tonelada	2,98	3,42	10,19
Subtotal D				161,48
Custo total (R\$/ha)				1.751,02

Fonte: AGRIANUAL (2013)

ANEXO H – Custo de produção da soja – Safra 2013/14

Soja - Custo de Produção (R\$/ha) - 2013/14				
Descrição	Especificação	3.540 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 125cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	119,30	0,10	11,93
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	11,16	0,12	1,34
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,00	0,10	0,50
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,10	8,11
A.3. Plantio				
Plantio	HM TP 180cv 4x4 + plantadeira	169,17	0,20	33,83
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	15,68	0,10	1,57
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,00	0,15	0,75
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,15	12,17
A.4. Tratos culturais				
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	184,93	0,24	44,38
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	5,00	0,15	0,75
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,00	0,20	1,00
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,15	12,17
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 350cv	252,25	0,50	126,13
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	5,00	0,20	1,00
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,05	4,06
Subtotal A				271,68
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário dolomítico	R\$/tonelada	95,00	0,50	47,50
00-20-20 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.222,00	0,50	611,00
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/kg	3,30	60,00	198,00
Inoculante + Micro	R\$/litro	3,50	1,70	5,95
Cobalto + Molibidênio	R\$/litro	49,00	0,10	4,90
B.3. Defensivos agrícolas				
Formicida	R\$/kg	14,00	0,20	2,80
Fungicidas	R\$/litro	129,00	1,50	193,50
Herbicidas	R\$/litro/kg	34,44	11,83	407,43
Inseticidas	R\$/litro/kg	31,92	3,25	103,74
Outros	R\$/litro	9,00	3,00	27,00
Subtotal B				1.365,13
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	25,43	1,00	25,43
Assistência técnica	R\$/ha	11,30	1,00	11,30
Contabil./Escritório	R\$/ha	2,83	1,00	2,83
Luz/Telefone	R\$/ha	5,65	1,00	5,65
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	6,25	1,00	6,25
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	65,81
Royalties	%Produção	2,00%	1,00	57,23
Subtotal C				180,70
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	18,20	3,54	64,43
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	27,50	3,54	97,35
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	7,00	3,54	24,78
Taxa administrativa	R\$/tonelada	3,45	3,54	12,21
Subtotal D				198,77
Custo total (R\$/ha)				2.016,28

Fonte: AGRIANUAL (2014)

ANEXO I – Custo de produção da soja – Safra 2014/15

Soja - Custo de Produção (R\$/ha) - 2014/15				
Descrição	Especificação	3.600 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 125cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	104,53	0,10	10,45
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	85,84	0,12	10,30
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	7,50	0,10	0,75
Transportes internos	HM Caminhão Truck	90,77	0,10	9,08
A.3. Plantio				
Plantio	HM TP 180cv 4x4 + plantadeira	128,86	0,20	25,77
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	15,68	0,10	1,57
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	7,50	0,15	1,13
Transportes internos	HM Caminhão Truck	90,77	0,15	13,62
A.4. Tratos culturais				
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	143,90	0,40	57,56
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	7,50	0,15	1,13
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	7,50	0,20	1,50
Transportes internos	HM Caminhão Truck	90,77	0,15	13,62
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 350cv	233,40	0,50	116,70
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	7,50	0,20	1,50
Transportes internos	HM Caminhão Truck	90,77	0,05	4,54
Subtotal A				269,2
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário dolomítico	R\$/tonelada	95,00	0,50	47,50
00-20-20 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.085,00	0,50	542,50
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/kg	3,75	60,00	225,00
Inoculante + Micro	R\$/litro	4,80	1,70	8,16
Cobalto + Molibidênio	R\$/litro	62,60	0,10	6,26
B.3. Defensivos agrícolas				
Formicida	R\$/kg	12,15	0,20	2,43
Fungicidas	R\$/litro	161,63	1,60	258,61
Herbicidas	R\$/litro/kg	12,66	11,83	149,77
Inseticidas	R\$/litro/kg	44,25	6,15	272,14
Outros	R\$/litro	8,00	5,00	40,00
Subtotal B				1.552,27
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	25,43	1,00	25,43
Assistência técnica	R\$/ha	14,13	1,00	14,13
Contabil./Escritório	R\$/ha	2,83	1,00	2,83
Luz/Telefone	R\$/ha	5,65	1,00	5,65
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	6,25	1,00	6,25
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	55,20
Royalties	%Produção	2,00%	1,00	48,00
Subtotal C				163,68
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	18,20	3,60	65,52
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	30,00	3,60	108,00
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	7,00	3,60	25,20
Taxa administrativa	R\$/tonelada	3,70	3,60	13,32
Subtotal D				212,04
Custo total (R\$/ha)				2.197,19

Fonte: AGRIANUAL (2015)

ANEXO J – Custo de produção da soja – Safra 2015/16

Soja - Custo de Produção (R\$/ha) - 2015/16				
Descrição	Especificação	3.720 kg/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 125cv 4x4+ terrac. Arrasto 20x26"	135,66	0,10	13,57
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	126,73	0,12	15,21
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	6,73	0,10	0,67
Transportes internos	HM Caminhão Truck	129,20	0,10	12,92
A.3. Plantio				
Plantio	HM TP 180cv 4x4 + plantadeira	253,81	0,20	50,76
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	9,90	0,10	0,99
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	6,73	0,15	1,01
Transportes internos	HM Caminhão Truck	129,20	0,15	19,38
A.4. Tratos culturais				
Aplicação de defensivos	HM Pulverizador Automotriz	182,94	0,40	73,18
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	9,90	0,15	1,49
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	9,90	0,20	1,98
Transportes internos	HM Caminhão Truck	129,20	0,15	19,38
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	HM Colhedora 350cv	343,88	0,46	158,18
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	9,90	0,20	1,98
Transportes internos	HM Caminhão Truck	129,20	0,18	23,26
Subtotal A				393,95
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário dolomítico	R\$/tonelada	80,00	0,50	40,00
00-20-20 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.557,00	0,50	778,50
B.2. Sementes				
Sementes	R\$/kg	3,75	60,00	225,00
Inoculante + Micro	R\$/litro	14,32	1,70	24,34
Cobalto + Molibidênio	R\$/litro	81,19	0,10	8,12
B.3. Defensivos agrícolas				
Formicida	R\$/kg	18,60	0,20	3,72
Fungicidas	R\$/litro	203,13	1,60	325,01
Herbicidas	R\$/litro/kg	10,94	11,83	129,42
Inseticidas	R\$/litro/kg	55,33	6,15	340,28
Outros	R\$/litro	11,21	5,00	56,05
Subtotal B				1.930,38
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	29,55	1,00	29,55
Assistência técnica	R\$/ha	19,70	1,00	19,70
Contabil./Escritório	R\$/ha	6,57	1,00	6,57
Luz/Telefone	R\$/ha	9,85	1,00	9,85
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	35,49	1,00	35,49
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	65,23
Royalties	%Produção	2,00%	1,00	53,33
Subtotal C				223,99
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/tonelada	26,00	3,72	96,72
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	35,00	3,72	130,20
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	8,00	3,72	29,76
Taxa administrativa	R\$/tonelada	4,30	3,72	16,00
Subtotal D				272,68
Custo total (R\$/ha)				2.870,99

Fonte: AGRIANUAL (2016)

ANEXO K – Custo de produção do algodão – Safra 2011/12

Algodão - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011/12				
Descrição	Especificação	270 @/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv + terraciador	84,59	0,10	8,46
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	70,94	0,12	8,51
Gradagem pesada	HM Tp 215cv + gr. aradora pesada	142,17	0,50	71,09
Subsolagem	HM Tp 215cv + subsolador	111,35	0,45	50,11
Gradagem niveladora	HM Tp 215cv + gr. niveladora	123,85	0,25	30,96
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,50	0,10	0,45
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,20	11,55
A.3. Plantio				
Plantio (milheto)	HM TP 120cv 4x4 + plantadeira	156,53	0,12	18,78
Incorporação do milheto	HM Tp 215cv + gr. niveladora	123,85	0,25	30,96
Plantio (algodão)	HM Tp 120cv + plantadeira	156,53	0,30	46,96
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	21,43	0,10	2,14
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,50	0,40	1,80
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,20	11,55
A.4. Tratos culturais				
Aplicação defensivos (terrestre)	HM Automotriz	151,81	0,55	83,50
Aplicação herbicida (jato dirigido)	HM Tp 120cv + pulverizador (jato dirigido)	66,59	0,10	6,66
Aplicação defensivos (aérea)	R\$/ha (Ipanema)	25,00	7,00	175,00
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	4,50	0,30	1,35
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,50	0,60	2,70
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	1,00	57,76
Monitoramento de campo	R\$/ha	6,81	1,00	6,81
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	%Receita	7,00%	1,00	398,03
Roçada do algodão	HM Tp 120cv + triton	64,70	0,30	19,41
Arranquio da soqueira	HM Tp 120cv + arrancador de soqueira	64,10	0,40	25,64
Subtotal A				1070,2
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário	R\$/tonelada	75,00	0,35	26,25
04-16/22-15	R\$/tonelada	968,00	0,48	464,64
20-00-20	R\$/tonelada	1.000,00	0,35	350,00
Uréia	R\$/tonelada	1.220,00	0,10	122,00
Mn via foliar	R\$/kg	1,59	2,00	3,18
B.2. Sementes				
Sementes algodão	R\$/kg	13,50	13,00	175,50
Sementes milheto	R\$/kg	1,00	20,00	20,00
B.3. Defensivos agrícolas				
Acaricida	R\$/litro	45,30	1,75	79,28
Fungicidas	R\$/litro	42,53	2,69	114,41
Herbicidas	R\$/litro	19,41	9,76	189,44
Inseticidas	R\$/litro	27,12	12,21	331,14
Outros	R\$/litro	35,07	2,50	87,68
Subtotal B				1.956,00
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	20,44	1,00	20,44
Assistência técnica	R\$/ha	13,63	1,00	13,63
Contabil./Escritório	R\$/ha	4,54	1,00	4,54
Luz/Telefone	R\$/ha	6,81	1,00	6,81
Viagens	R\$/ha	5,03	1,00	5,03
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	130,78
Subtotal C				188,61
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/@	0,90	270,00	243,00
Subtotal D				243,00
Custo total (R\$/ha)				3.457,48

Fonte: AGRIANAUL (2012)

ANEXO L – Custo de produção do algodão – Safra 2012/13

Algodão - Custo de Produção (R\$/ha) - 2012/13				
Descrição	Especificação	260 @/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv + terraciador	80,72	0,10	8,07
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	67,93	0,12	8,15
Gradagem pesada	HM Tp 215cv + gr. aradora pesada	139,68	0,50	69,84
Subsolagem	HM Tp 215cv + subsolador	128,35	0,45	57,76
Gradagem niveladora	HM Tp 215cv + gr. niveladora	135,10	0,25	33,78
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,95	0,10	0,50
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	0,20	13,29
A.3. Plantio				
Plantio (milheto)	HM TP 120cv 4x4 + plantadeira	182,23	0,12	21,87
Incorporação do milheto	HM Tp 215cv + gr. niveladora	135,10	0,25	33,78
Plantio (algodão)	HM Tp 120cv + plantadeira	182,23	0,30	54,67
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	19,32	0,10	1,93
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,95	0,40	1,98
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	0,20	13,29
A.4. Tratos culturais				
Aplicação defensivos (terrestre)	HM Automotriz	161,13	0,55	88,62
Aplicação herbicida (jato dirigido)	HM Tp 120cv + pulverizador (jato dirigido)	75,23	0,10	7,52
Aplicação defensivos (aérea)	R\$/ha (Ipanema)	40,00	7,00	280,00
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	4,95	0,30	1,49
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,95	0,60	2,97
Transportes internos	HM Caminhão Truck	66,47	1,00	66,47
Monitoramento de campo	R\$/ha	7,78	1,00	7,78
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	%Receita	7,00%	1,00	340,70
Roçada do algodão	HM Tp 120cv + triton	77,69	0,30	23,31
Arranquio da soqueira	HM Tp 120cv + arrancador de soqueira	72,02	0,40	28,81
Subtotal A				1095,07
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário	R\$/tonelada	92,00	0,35	32,20
04-16/22-15	R\$/tonelada	975,00	0,48	468,00
20-00-20	R\$/tonelada	1.225,00	0,35	428,75
Uréia	R\$/tonelada	1.500,00	0,10	150,00
Mn via foliar	R\$/kg	2,10	2,00	4,20
B.2. Sementes				
Sementes algodão	R\$/kg	14,50	13,00	188,50
Sementes milheto	R\$/kg	1,00	20,00	20,00
B.3. Defensivos agrícolas				
Acaricida	R\$/litro	52,00	1,75	91,00
Fungicidas	R\$/litro	51,36	2,69	138,16
Herbicidas	R\$/litro	20,61	10,96	225,89
Inseticidas	R\$/litro	35,16	12,21	429,30
Outros	R\$/litro	32,58	2,50	81,45
Subtotal B				1.956,00
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	20,44	1,00	20,44
Assistência técnica	R\$/ha	13,63	1,00	13,63
Contabil./Escritório	R\$/ha	4,54	1,00	4,54
Luz/Telefone	R\$/ha	6,81	1,00	6,81
Viagens	R\$/ha	5,03	1,00	5,03
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	11,95
Subtotal C				169,88
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/@	0,90	260,00	234,00
Subtotal D				234,00
Custo total (R\$/ha)				3.745,27

Fonte: AGRIANUAL (2013)

ANEXO M – Custo de produção do algodão – Safra 2013/14

Algodão - Custo de Produção (R\$/ha) - 2013/14				
Descrição	Especificação	250 @/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv + terraciador	120,24	0,10	12,02
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	95,46	0,12	11,46
Gradagem pesada	HM Tp 215cv + gr. aradora pesada	161,79	0,50	80,90
Subsolagem	HM Tp 215cv + subsolador	142,59	0,45	64,17
Gradagem niveladora	HM Tp 215cv + gr. niveladora	152,59	0,25	38,15
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,99	0,10	0,50
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,20	16,22
A.3. Plantio				
Plantio (milheto)	HM TP 120cv 4x4 + plantadeira	182,50	0,12	21,90
Incorporação do milheto	HM Tp 215cv + gr. niveladora	152,59	0,25	38,15
Plantio (algodão)	HM Tp 120cv + plantadeira	182,50	0,30	54,75
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	15,68	0,10	1,57
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,99	0,40	2,00
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	0,20	16,22
A.4. Tratos culturais				
Aplicação defensivos (terrestre)	HM Automotriz	184,93	0,55	101,71
Aplicação inseticida (automotriz) 7x	HM Automotriz	184,93	0,30	55,48
Aplicação herbicida (automotriz) 5x	HM Automotriz	184,93	0,25	46,23
Aplicação herbicida (jato dirigido)	HM Tp 125cv + pulverizador (jato dirigido)	94,80	0,10	9,48
Aplicação defensivos (aérea)	R\$/ha (Ipanema)	35,00	7,00	245,00
Aplicação inseticida (aérea) 5x	R\$/ha (Ipanema)	35,00	5,50	192,50
Aplicação fungicida (aérea) 2x	R\$/ha (Ipanema)	35,00	1,50	52,50
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	4,99	0,30	1,50
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,99	0,60	2,99
Transportes internos	HM Caminhão Truck	81,11	1,00	81,11
Monitoramento de campo	R\$/ha	8,48	1,00	8,48
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	%Receita	7,00%	1,00	404,59
Roçada do algodão	HM Tp 120cv + triton	107,70	0,30	32,31
Arranquio da soqueira	HM Tp 120cv + arrancador de soqueira	98,18	0,40	39,27
Subtotal A				1284,43
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário	R\$/tonelada	100,00	0,35	35,00
04-16/22-15	R\$/tonelada	950,00	0,48	456,00
20-00-20	R\$/tonelada	1.100,00	0,35	385,00
Uréia	R\$/tonelada	1.325,00	0,10	132,50
Mn via foliar	R\$/kg	5,12	2,10	10,75
B.2. Sementes				
Sementes algodão	R\$/kg	23,00	12,00	276,00
Sementes milheto	R\$/kg	2,00	20,00	40,00
B.3. Defensivos agrícolas				
Acaricida	R\$/litro	50,00	1,75	87,50
Fungicidas	R\$/litro	68,15	2,69	183,32
Herbicidas	R\$/litro	30,75	12,51	384,68
Inseticidas	R\$/litro	47,11	12,31	579,92
Outros	R\$/litro	42,00	3,00	126,00
Subtotal B				2.697,00
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	25,43	1,00	25,43
Assistência técnica	R\$/ha	19,78	1,00	19,78
Contabil./Escritório	R\$/ha	5,65	1,00	5,65
Luz/Telefone	R\$/ha	8,48	1,00	8,48
Viagens	R\$/ha	6,25	1,00	6,25
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	12,42	1,00	12,42
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	132,94
Subtotal C				210,93
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/@	1,00	260,00	260,00
Beneficiamento em pluma rend. 39%	R\$/@		101,40	
Subtotal D				260,00
Custo total (R\$/ha)				4.452,12

Fonte: AGRIANUAL (2014)

ANEXO N – Custo de produção do algodão – Safra 2014/15

Algodão - Custo de Produção (R\$/ha) - 2014/15				
Descrição	Especificação	290 @/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv + terraciador	104,53	0,10	10,45
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	85,84	0,12	10,30
Gradagem pesada	HM Tp 215cv + gr. aradora pesada	116,32	0,50	58,16
Subsolagem	HM Tp 215cv + subsolador	107,03	0,45	48,16
Gradagem niveladora	HM Tp 215cv + gr. niveladora	110,60	0,25	27,65
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	7,50	0,10	0,75
Transportes internos	HM Caminhão Truck	90,77	0,20	18,15
A.3. Plantio				
Plantio (milheto)	HM TP 120cv 4x4 + plantadeira	105,86	0,12	12,70
Incorporação do milheto	HM Tp 215cv + gr. niveladora	110,60	0,25	27,65
Plantio (algodão)	HM Tp 120cv + plantadeira	105,86	0,30	31,76
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	15,68	0,10	1,57
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	7,50	0,40	3,00
Transportes internos	HM Caminhão Truck	90,77	0,20	18,15
A.4. Tratos culturais				
Aplicação defensivos (terrestre)	HM Automotriz	143,90	0,85	122,32
Aplicação inseticida (automotriz) 7x	HM Automotriz	143,90	0,60	86,34
Aplicação herbicida (automotriz) 5x	HM Automotriz	143,90	0,25	35,98
Aplicação herbicida (jato dirigido)	HM Tp 125cv + pulverizador (jato dirigido)	87,27	0,10	8,73
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	7,50	0,30	2,25
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	7,50	0,60	4,50
Transportes internos	HM Caminhão Truck	90,77	1,00	90,77
Monitoramento de campo	R\$/ha	8,48	1,00	8,48
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	%Receita	7,00%	1,00	435,44
Roçada do algodão	HM Tp 120cv + triton	85,84	0,30	25,75
Arranquio da soqueira	HM Tp 120cv + arrancador de soqueira	31,76	0,40	12,70
Subtotal A				1278,36
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário	R\$/tonelada	85,00	0,35	29,75
04-20-20	R\$/tonelada	1.170,00	0,48	561,60
20-00-20	R\$/tonelada	980,00	0,35	343,00
Uréia	R\$/tonelada	1.120,00	0,10	112,00
Mn via foliar	R\$/kg	8,20	2,10	17,22
B.2. Sementes				
Sementes algodão	R\$/kg	30,00	12,00	360,00
Sementes milheto	R\$/kg	2,50	20,00	50,00
B.3. Defensivos agrícolas				
Acaricida	R\$/litro	111,90	1,75	195,83
Fungicidas	R\$/litro	80,91	2,69	217,65
Herbicidas	R\$/litro	48,68	12,51	608,98
Inseticidas	R\$/litro	105,88	12,31	1.303,44
Outros	R\$/litro	90,17	3,00	270,52
Subtotal B				4.069,98
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	27,75	1,00	27,75
Assistência técnica	R\$/ha	21,12	1,00	21,12
Contabil./Escritório	R\$/ha	6,03	1,00	6,03
Luz/Telefone	R\$/ha	9,05	1,00	9,05
Viagens	R\$/ha	6,75	1,00	6,75
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	13,60	1,00	13,60
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	143,07
Subtotal C				226,78
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/@	1,00	290,00	290,00
Beneficiamento em pluma rend. 39%	R\$/@		113,10	
Subtotal D				403,10
Custo total (R\$/ha)				5.978,21

Fonte: AGRIANUAL (2015)

ANEXO O – Custo de produção do algodão – Safra 2015/16

Algodão - Custo de Produção (R\$/ha) - 2015/16				
Descrição	Especificação	230 @/ha		
		V.U.	Qtde	Valor
A - OPERAÇÕES				
A.1. Conservação do solo				
Manutenção de terraços	HM Tp 120cv + terraciador	134,17	0,10	13,42
A.2. Preparo do solo				
Calagem	HM Tp 120cv 4x4 + distribuidor de calcário	123,61	0,12	14,83
Gradagem pesada	HM Tp 215cv + gr. aradora pesada	166,57	0,50	83,29
Subsolagem	HM Tp 215cv + subsolador	149,33	0,45	67,20
Gradagem niveladora	HM Tp 215cv + gr. niveladora	130,34	0,25	32,59
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	6,73	0,10	0,67
Transportes internos	HM Caminhão Truck	119,44	0,20	23,89
A.3. Plantio				
Plantio (milheto)	HM TP 120cv 4x4 + plantadeira	116,86	0,12	14,02
Incorporação do milheto	HM Tp 215cv + gr. niveladora	114,17	0,25	28,54
Plantio (algodão)	HM Tp 120cv + plantadeira	205,99	0,22	45,32
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	9,90	0,10	0,99
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	6,73	0,40	2,69
Transportes internos	HM Caminhão Truck	119,44	0,20	23,89
A.4. Tratos culturais				
Aplicação defensivos (terrestre)	HM Automotriz	179,64	0,85	152,69
Aplicação inseticida (automotriz) 7x	HM Automotriz	179,64	0,60	107,78
Aplicação herbicida (automotriz) 5x	HM Automotriz	179,64	0,25	44,91
Aplicação herbicida (jato dirigido)	HM Tp 125cv + pulverizador (jato dirigido)	119,63	0,10	11,96
Combate à formigas/cupins	HH trabalhador braçal	6,73	0,30	2,02
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	6,73	0,60	4,04
Transportes internos	HM Caminhão Truck	119,44	1,00	119,44
Monitoramento de campo	R\$/ha	9,85	1,00	9,85
A.5. Colheita				
Colheita mecânica	%Receita	7,00%	1,00	535,97
Roçada do algodão	HM Tp 120cv + triton	97,52	0,30	29,26
Arranquio da soqueira	HM Tp 120cv + arrancador de soqueira	134,47	0,40	53,79
Subtotal A				1563,02
B - INSUMOS				
B.1. Fertilizantes/Corretivos				
Calcário	R\$/tonelada	85,00	0,35	29,75
04-20-20	R\$/tonelada	1.590,00	0,48	763,20
20-00-20	R\$/tonelada	1.415,00	0,35	495,25
Uréia	R\$/tonelada	1.525,00	0,10	152,50
Mn via foliar	R\$/kg	10,90	2,10	22,89
B.2. Sementes				
Sementes algodão	R\$/kg	30,00	12,00	360,00
Sementes milheto	R\$/kg	2,50	20,00	50,00
B.3. Defensivos agrícolas				
Acaricida	R\$/litro	120,03	1,75	210,05
Fungicidas	R\$/litro	91,59	2,69	246,39
Inseticidas	R\$/litro	121,12	12,31	1.490,95
Outros	R\$/litro	79,19	3,00	237,56
Subtotal B				4.665,17
C - ADMINISTRAÇÃO				
M.O. Administrativa	R\$/ha	29,55	1,00	29,55
Assistência técnica	R\$/ha	19,70	1,00	19,70
Contabil./Escritório	R\$/ha	6,57	1,00	6,57
Luz/Telefone	R\$/ha	9,85	1,00	9,85
Viagens	R\$/ha	6,21	1,00	6,21
Conserv./Deprec. Benfe.	R\$/ha	32,67	1,00	32,67
Impostos/Taxas	%Receita	2,30%	1,00	169,53
Subtotal C				274,08
D - PÓS-COLHEITA				
Transporte até armazém	R\$/@	1,00	290,00	290,00
Beneficiamento em pluma rend. 39%	R\$/@		113,10	
Subtotal D				403,10
Custo total (R\$/ha)				7.504,27

Fonte: AGRIANUAL (2016)