

## Gestão de custos na produção de milho e soja

**Felipe Dalzotto Artuzo**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de  
Pós-Graduação em Agronegócios (UFRGS), Porto Alegre, Brasil*

**Cristian Rogério Foguesatto**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de  
Pós-Graduação em Agronegócios (UFRGS), Porto Alegre, Brasil*

**Ângela Rozane Leal de Souza**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de  
Pós-Graduação em Agronegócios (UFRGS), Porto Alegre, Brasil*

**Leonardo Xavier da Silva**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de  
Pós-Graduação em Agronegócios (UFRGS), Porto Alegre, Brasil*

**Recebimento:**

08/11/2016

**Aprovação:**

06/12/2017

**Editor responsável:**

Prof. Dr. Ivam Ricardo Peleias

**Avaliado pelo sistema:**

Double Blind Review

### Resumo

**Objetivo** – O estudo tem por objetivo identificar e analisar a relação entre os elementos que compõem os custos de produção do milho e da soja com a receita das suas respectivas atividades produtivas.

**Metodologia** – A análise foi realizada com os dados de produção e custo de produção da Conab; e do preço de mercado das *commodities* obtido pela FAO. O período de análise compreendeu os anos de 1997 a 2016. O estudo foi construído sob o enfoque da teoria neoclássica da firma e sua subdivisão: a teoria dos custos.

**Resultados** – Os dados evidenciam que as variáveis pertencentes aos custos de produção do milho e da soja estão associadas com a receita bruta  $ha^{-1}$ , sendo possível predizê-las a partir das equações de regressão. Desse modo, o produtor rural terá uma ferramenta passível de uso na escolha da melhor decisão no momento da aquisição de insumos agrícolas.

**Contribuições** – A principal contribuição do estudo está relacionada à possibilidade de prever a receita da soja e do milho a partir do custo das variáveis que fazem parte do custo de produção das respectivas *commodities*. Assim, o levantamento e a interpretação dos custos de produção, analisando as variáveis que envolvam os gastos do custeio da lavoura, com consequente avaliação das informações da receita bruta  $ha^{-1}$ , possibilita obter informações para a tomada de decisão sobre as atividades agrícolas.

**Palavras-chave** – Contabilidade; planejamento; gestão agrícola; agronegócio.



**Revista Brasileira de Gestão  
e Negócios**

DOI: 10.7819/rbgn.v20i2.3192

## I Introdução

A modernização do agronegócio transformou o Brasil como o primeiro gigante alimentar tropical do mundo. Na década de 1940, o país era um importador líquido de alimentos, contando com apenas algumas *commodities* agrícolas (como o café) (Melo, 1982). Hoje, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de produtos agropecuários do mundo. Os grãos, principalmente a soja e o milho, testemunharam o crescimento rápido da produção e da produtividade, em razão da expansão geográfica na região Centro-oeste do país e a adoção e difusão das inovações tecnológicas (Borlachenco & Gonçalves, 2017; Souza, Buainain, Silveira & Vinholis, 2001). Os sistemas de pesquisa e extensão desempenharam importante papel no desenvolvimento agrícola, sendo fundamentais para a concretização do potencial de inovação (Figueiredo, 2016). Nos países em desenvolvimento, a inovação possibilitou resolver diversos desafios enfrentados pela agricultura (por exemplo: adaptação de cultivares às questões climáticas) e na gestão dos recursos naturais. Assim, a prosperidade rural, por vezes, tem sido associada com a modernização da agricultura e os benefícios econômicos originados a partir dela.

As tecnologias - como sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas, máquina e implementos - foram fundamentais para o aumento da produtividade da soja e do milho (Herrendorf & Schoellman, 2015; Silveira, Borges & Buainain, 2005). Como consequência, houve um acréscimo nos custos de produção ao longo dos anos e a necessidade de uma gestão rural eficiente e eficaz. No geral, os produtores tomam decisões de forma isolada e, sobretudo, na produção de soja e milho, que dependem fortemente do fornecimento de insumos. A formação dos preços das *commodities* agrícolas não é realizada pelos produtores, sendo eles tomadores de preços (Alves, 1998). Dada a sua atomização, os mercados da soja e do milho operam com características próximas da concorrência perfeita. Logo, o controle dos custos e o aumento da produtividade das lavouras são fatores que determinam a lucratividade da empresa rural.

Nesse sentido, ao longo dos anos, houve um aumento em pesquisas relacionadas aos custos de produção e em suas estimativas. A partir do setor industrial, as diferentes metodologias também foram aplicadas em outros setores, incluindo a agricultura. Os insumos utilizados no setor e os resultados agrícolas de hoje são mais complexos do que no passado. O controle do custo de produção é fundamental em função da estreita margem de rentabilidade das culturas (Oliveira, Santana, & Homma, 2012). Qualquer item dos custos de produção tem o potencial para contribuir, de forma significativa, no custo final. Portanto, ao observar os itens alocados nos custos de produção e na receita das atividades, pode-se optar pela melhor alternativa no momento da aquisição dos insumos ou na escolha de determinados serviços. A importância da análise dos custos em propriedades rurais deve-se pela utilidade da informação para a tomada de decisão gerencial, a fim de identificar a rentabilidade das atividades agrícolas (Barros et al., 2006; Carareto, Jayme, Tavares & Vale, 2006; Martin, Serra, Antunes, Oliveira & Okawa, 1994). Em relação às políticas públicas, há uma necessidade de usar cálculos e estimativas de custos agrícolas. Ao longo do tempo, os formuladores de políticas utilizaram o custo de produção como base para as políticas agrícolas (direta ou indiretamente), especialmente para tomar decisões sobre os níveis de suporte de preços.

Não obstante a importância de coletar informações sobre o custo de produção, os métodos contábeis para as atividades agrícolas receberam pouca atenção dos contadores e reguladores em alguns países. Em vez disso, outros desenvolveram ferramentas sofisticadas para a contabilidade específica do setor. Por exemplo, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos estima os custos e retornos de produção anuais para as grandes culturas agrícolas desde 1975. No Canadá, o *Farm Level Data Project* (FLDP) fornece dados para monitorar as condições financeiras e econômicas nas propriedades rurais. Um componente essencial disso é o *Whole Farm Database* (WFDB), que integra todos os dados agrícolas disponíveis (físicos e financeiros).

Na União Europeia, a *Farm Accountancy Data Network* (FADN), criada pela Comissão Europeia em 1965, desenvolveu procedimentos gerais e diretrizes detalhadas para a contabilidade agrícola. A FADN coleta dados de propriedades rurais com o objetivo de determinar custos e rendimentos, fazendo uma análise comercial das explorações agrícolas. Isso produziu um conjunto estruturado de regras e procedimentos de coleta de dados projetados para gerar relatórios agregados. No Brasil, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) fornece os custos de produção para as principais culturas, utilizados como base para formação de políticas agrícolas (por exemplo, a Política de Preço Mínimo - PGPM).

As informações dos custos de produção podem auxiliar o gestor rural a tomar decisões de forma eficiente e eficaz em uma unidade produtiva agrícola (Barros et al., 2006; Carareto et al., 2006; Martin et al., 1994). A administração rural tornou-se uma alternativa para a identificação dos principais gargalos nos sistemas de produção, permitindo levantar informações capazes de criar intervenções, a fim de aumentar a sua eficiência. Os sistemas de produção passaram a requerer cada vez mais um alto grau de conhecimento técnico, econômico e administrativo para garantir melhores resultados (Artuzo, Jandrey, Casarin & Machado, 2015).

Baseando-se nas informações mencionadas, o artigo tem por objetivo identificar e analisar a relação entre os elementos que compõem os custos de produção do milho e da soja com a receita das suas respectivas atividades produtivas. A escolha pelas duas *commodities* se deve por sua importância no agronegócio brasileiro, sendo possível identificar, a partir do estudo, quais são as variáveis que compõem os custos de produção que estão diretamente relacionadas com a receita obtida pelas culturas.

A análise dos custos de produção poderá auxiliar na gestão da atividade do produtor rural, possibilitando analisar os componentes que envolvem a produção, os custos e os benefícios gerados por eles (Marion & Segatti, 2006). Desse modo, agregando as informações de mercado, é possível identificar os riscos e as oportunidades

que a atividade apresenta no longo prazo. Para tanto, é necessário um planejamento que utilize as informações de mercado e as do processo produtivo, com o objetivo de contribuir na tomada de decisão da propriedade. Assim, o trabalho contribui para delinear e disponibilizar ao setor agrícola, ao governo e, principalmente, aos gestores rurais caminhos e relações entre a receita das atividades e os custos de insumos e serviços, disponibilizando diretrizes para melhor prevêê-los. Desse modo, os agentes envolvidos no agronegócio terão uma ferramenta passível de auxílio na tomada de decisão da atividade produtiva do milho e da soja.

## 2 Importância e aspectos produtivos do milho e da soja

O agronegócio brasileiro é responsável por aproximadamente 25% do Produto Interno Bruto – PIB (Galvão, 2017). O papel desempenhado pelo setor faz que seu desempenho esteja relacionado ao comportamento econômico brasileiro, no qual pode ser resultado de programas focados no aumento da produtividade, adoção e difusão de tecnologias agrícolas, eficiência na comercialização dos produtos e estímulos de políticas públicas do setor. É nesse contexto que a dinâmica do complexo da soja e do milho tem liderado como as principais *commodities* do agronegócio brasileiro.

O sistema de produção da soja e do milho cada vez mais requer um determinado grau de conhecimento técnico, econômico e administrativo, a fim de garantir os melhores resultados (tornando-se competitivo). Para isso, é preciso um planejamento na unidade de produção, no qual requer, por exemplo, informações de mercado e gestão dos recursos que auxiliem na tomada de decisão.

Para facilitar a compreensão, as atividades agrícolas podem ser agrupadas em setores ou segmentos, quando o foco de estudo for a produção rural. Batalha (2001) aborda os segmentos como sendo: a) “antes da porteira”: caracterizado pelos insumos e serviços indispensáveis à produção rural (por exemplo: fertilizantes, defensivos, os corretivos, as sementes, as máquinas e equipamentos, os serviços); b) “dentro da

porteira”: engloba o conjunto de atividades desenvolvidas nas propriedades rurais, sendo a produção rural propriamente dita (por exemplo: envolvendo preparo e manejo de solos, trato culturais, irrigações, colheitas, criações) e; c) “depois da porteira”: faz referência as atividades desempenhadas após o produto sair da propriedade rural (por exemplo: contém o transporte da produção, sua armazenagem, a industrialização, embalagem, distribuição e comércio interno ou externo).

Nesse âmbito, o estudo mantém-se focado no segmento “dentro da porteira”. É nele que o agente da produção toma a decisão entre “o quê, onde, como, quando e por quê” produzir. O “o quê” produzir refere-se à atividade agrícola. O “onde” produzir refere-se ao local da unidade de produção agrícola a ser produzido. O “como” produzir é a forma de produzir, podendo optar por tipos de sistemas (por exemplo: convencional, orgânico, agroecológico). O “quando” produzir se refere a melhor época e/ou ano (por exemplo: produzir milho em um ano e soja em outro). O “por quê” produzir é definido pelo objetivo do gestor rural (exemplo: renda).

A busca pela maximização da renda requer gestão no “o quê, onde, como, quando e por quê” produzir. Para isso, o levantamento dos custos de produção e a suas relações com o preço de mercado, possibilita analisar os componentes que envolvem a produção, o custo/benefício e identificar os riscos e as oportunidades ao longo dos anos.

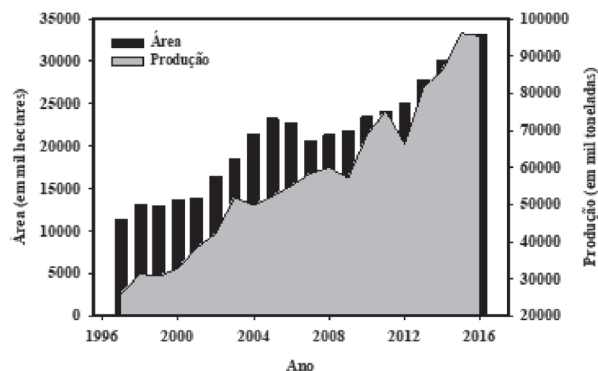
## 2.1 Produção da soja

A soja é uma das culturas de maior importância econômica do agronegócio brasileiro e mundial. Esse fato pode ser atribuído ao desenvolvimento e à estruturação do mercado internacional, à consolidação da soja como fonte de proteína vegetal e à geração de novas tecnologias que viabilizaram a expansão da exploração em diversas regiões do mundo (Hirakuri & Lazzarotto, 2014).

No Brasil, a soja se consolidou como um dos principais produtos da agricultura, fortalecendo a posição do país como um dos principais *players* no comércio agrícola mundial.

As exportações originadas pelo complexo agroindustrial da soja alcançaram um valor aproximado de US\$ 25 bilhões no ano de 2016, valor que representou, aproximadamente, 35% das exportações do agronegócio nacional (Brasil, 2016).

Em termos de produção, houve um incremento nos últimos anos. A produção brasileira de soja passou de 26.160 mil toneladas, na safra de 1997, para 95.434,60 mil toneladas, na safra de 2016, refletindo um aumento de 264,81% (Companhia Nacional de Abastecimento [Conab], 2017a). Em relação à área cultivada, no mesmo período, houve um acréscimo de 192,16%, passando de 11.381,3 mil hectares para 33.251,9 mil hectares (Conab, 2017a) (Figura 1).



**Figura 1.** Área cultivada e a produção de soja no Brasil no ano de 1997 a 2016.

*Nota:* Fonte: Adaptado de “Culturas de verão - Série histórica”, de Companhia Nacional de Abastecimento, 2017a. Recuperado de <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1555&t=2>.

O aumento da produção não está relacionado apenas ao aumento da área cultivada, mas também ao aumento da produtividade. Na safra de 1997, a produtividade era de 2.298,5 kg ha<sup>-1</sup>, passando para 2.870 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2016 (Conab, 2017a). Esse fato pode estar atribuído a vários fatores, como o uso de sementes de alto potencial produtivo, aplicação de fertilizantes em quantidade necessária para o pleno desenvolvimento da cultura, época ideal para semeadura, eficiência no controle de pragas e doenças, entre outros fatores (Inácio, Urquiaga, Chalk, Mata & Souza, 2015; Paré, Lafond &

Pageau, 2015; Roberts & Johnston, 2015). Mesmo com a possibilidade de implementação de tecnologias de produção, há uma variação quanto à produtividade nos diferentes estados brasileiros. De forma geral, a produção de soja concentra-se nas regiões Sul e Centro-oeste. Na safra de 2016, essas regiões produziram 82,70% da produção brasileira do grão, sendo que o Mato Grosso, o Paraná e o Rio Grande do Sul foram, respectivamente, os maiores produtores da *commodity* e, historicamente, estão entre os estados que apresentam as maiores produtividades (Conab, 2017a).

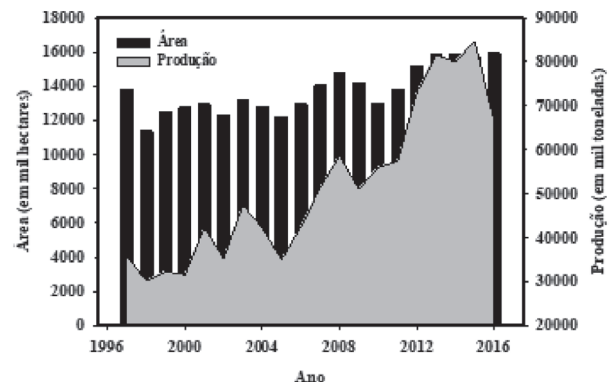
Analisando o contexto mundial, o cultivo da soja está concentrado, principalmente, em três países - Estados Unidos, Brasil e Argentina. Somados, correspondem, respectivamente, a 71,2% e 81,3% da área e da produção mundial da oleaginosa (Food and Agriculture Organization of the United Nations [Faostat], 2017a). Diante dessa situação, é reconhecido o acréscimo de produtividade que o Brasil alcançou nas últimas décadas, tornando-se o segundo maior produtor de soja - estando atrás apenas dos EUA.

Pela expressiva parcela de participação do complexo da soja, no total das exportações do agronegócio brasileiro, evidencia-se a importância da *commodity* na economia brasileira. Com base nesse contexto, é necessária uma avaliação do fator “custo” na produção da soja brasileira. Entre os elementos que impactam no custo, destacam-se o nível de tecnologia (sementes, fertilizantes, defensivos, máquinas agrícolas) e os investimentos aplicados na produção da oleaginosa.

## 2.2 Produção do milho

A cadeia produtiva do milho, bem como a da soja, é um dos segmentos econômicos importantes do agronegócio brasileiro, sendo que a produção primária de milho corresponde aproximadamente a 37% do total de grãos produzidos no país (Conab, 2017a). Em termos de produção, houve aumento nos últimos anos. A produção brasileira de milho passou de 35.715,6 mil toneladas, na safra de 1997, para 66.530,6 mil toneladas, na safra de 2016, refletindo em um aumento de 86,28% (Conab, 2017a). Em relação

à área cultivada, nesse mesmo período, houve um acréscimo de 15,39%, passando de 13.798,8 mil hectares para 15.922,5 mil hectares (Figura 2).



**Figura 2.** Área cultivada e a produção de milho no Brasil no ano de 1997 a 2016.

*Nota:* Fonte: Adaptado de “Culturas de verão - Série histórica”, de Companhia Nacional de Abastecimento, 2017a. Recuperado de <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1555&t=2>.

O aumento da produção de milho está relacionado ao aumento da produtividade, mesmo considerando o aumento na área cultivada. Na safra de 1997, a produtividade era de 2.588,3 kg ha<sup>-1</sup>, passando para 4.178 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2016, com um acréscimo de 61,43% (Conab, 2017a). Apesar de a produtividade média nas últimas safras ter se situado entre 3.500 e 5.396 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2017a), esses valores estão abaixo, se comparados com a média de produtividade dos Estados Unidos (produtividade supera os 9.000 kg ha<sup>-1</sup>). Além disso, ressalta-se a variação quanto à produtividade nos diferentes estados brasileiros, o que pode ser explicado pelo nível tecnológico da produção (Coelho, Cruz & Pereira, 2013). A produção de milho está concentrada nas regiões Centro-oeste e Sul, sendo que, na safra 2016, os estados do Mato Grosso, Paraná e Goiás foram, respectivamente, os maiores produtores. Da mesma forma que a soja, historicamente, esses estados estão entre os que apresentam as maiores produtividades (Conab, 2017a). No panorama mundial, o cultivo de milho está concentrado, principalmente, em três países - Estados Unidos, China e Brasil -, que, somados, correspondem por 54,49% da área e 66,39% da produção mundial da *commodity* (Faostat, 2017a).

Em comparação com a produção norte-americana, ressalta-se o possível potencial produtivo do milho brasileiro, tendo em vista que, se a produtividade da cultura fosse equiparada com a dos EUA, levando em consideração a área atual, a produção brasileira poderia alcançar o valor de 154,62 milhões de toneladas. Para tanto, tornam-se necessários investimentos no processo produtivo (Heumesser, Fuss, Szolgayová, Strauss & Schmid, 2012), principalmente no aumento da eficiência relacionada ao controle de pragas e doenças, uso potencial e racional de fertilizantes agrícolas, adoção de máquinas e equipamentos agrícolas de precisão e outros suportes de auxílio do sistema produtivo (Kaneko, Hernandez, Shimada, Ferreira, 2012; Rotili, Afféri, Peluzio, Carvalho & Santos 2015). Assim, a adoção das inovações, seja de produto ou processo, gerará custos, aumentando o custo de produção da *commodity*. Nesse sentido, faz-se necessário avaliar a relação entre os custos de produção e a renda por hectare, a fim de melhor predizer a necessidade e a viabilidade da adoção e da melhor forma de aquisição de insumos.

### 3 Fundamentos teórico-conceituais do estudo

O presente artigo está construído sob o enfoque da teoria neoclássica da firma e sua subdivisão: a teoria dos custos. A teoria da firma, sintetizada por *Alfred Marshall*, procurou criar modelos que capturassem a lógica do comportamento das firmas e dos mercados, subdividindo-se em três partes: (a) Teoria da Produção, que abrange os conceitos de produção e produtividade; (b) Teoria dos Custos, que aborda conceitos como custo econômico, custo total, custo marginal e custo médio; e, (c) Teoria dos Rendimentos, que tem por objetivo focar na minimização dos custos de produção, procurando a maximização dos lucros, abrangendo os conceitos como a Receita Total, a Receita Média e a Receita Marginal, fazendo uma análise da determinação do equilíbrio (preço e quantidade) (Pindyck & Rubinfeld, 2002).

Entende-se como firma o local em que as transformações tecnológicas para geração de um

bem ou serviço, ou seja, a teoria da firma, explica o comportamento da firma quando desenvolve a sua atividade produtiva (Vasconcellos & Pinho, 2002). A firma compra insumos (*inputs*, fatores de produção), processa e vende o produto (*output*) no mercado. Esse processo é visto como um maximizador de lucros (Bateman, Edwards & Levay, 1979). Isso abrange empreendimentos de modo geral, que incluem as atividades industriais e agrícolas, as atividades profissionais, técnicas e de serviços (Carvalho, 1998; Pinho & Vasconcellos, 2006).

Nas empresas rurais, pode-se considerar a mesma linha de pensamento. Existe a compra de insumos (fertilizantes, sementes, defensivos), o processamento (fase de implementação da cultura até a sua colheita) e a venda do produto (comercialização). Sendo assim, alguns pesquisadores afirmam que as empresas do agronegócio são normalmente explicadas pelos princípios econômicos neoclássicos da teoria da firma (Barry, 1999; Sporleder, 1992).

A rentabilidade proveniente da produção está relacionada com a sua eficiência técnica e econômica, sendo que a eficiência técnica envolve aspectos físicos da produção (exemplo a produtividade) e a eficiência econômica envolve os aspectos monetários. A partir desse enfoque, busca-se conduzir o processo produtivo com vistas a obter o máximo lucro ou o menor custo (Münch, Berg, Mirschel, Wieland & Nendel, 2014). Para tanto, torna-se fundamental analisar os custos de produção.

As informações geradas pela análise dos custos de produção possuem relevância em nível gerencial para tomada de decisão do produtor rural e, em nível de governo, para criação de políticas de crédito rural e de preços mínimos (Martin et al., 1994). Como o preço do milho e da soja são determinados pelo mercado, busca-se a minimização dos custos. Para Pindyck e Rubinfeld (2002), uma forma de minimização dos custos é optar pela melhor combinação de insumos. Sob esse enfoque, a produção é uma questão técnica, mas traz inseridos vários aspectos econômicos que necessitam de análise.

### 3.1 Custos de produção agrícola

Baseado nos custos de produção agrícola, é possível avaliar a rentabilidade, a lucratividade e a eficiência do sistema de produção adotado pelo produtor rural (Richetti, 2016). Nos sistemas de produção agrícolas, caracterizam-se como custos todos os gastos relacionados direta ou indiretamente com a cultura (ou produto) (Andrade, Pimenta, Munhão & Morais, 2012). Mão de obra, preparo do solo, aquisição de sementes, adubos, defensivos e combustíveis são exemplos de custos de produção agrícola realizados desde o período que antecede o plantio até a pós-colheita (Andrade et al., 2012; Duarte, Pereira, Tavares & Reis, 2011). No âmbito nacional, a metodologia da Conab (2010) agrupa os custos de produção em: custos variáveis, custos fixos, custos operacionais e custo total.

Os custos variáveis referem-se às despesas de custeio da lavoura (como operação com máquinas e implementos, despesas administrativas, sementes, fertilizantes e mão de obra e encargos trabalhistas) e despesas pós-colheita (por exemplo, assistência técnica e extensão rural, seguro agrícola, transporte externo e armazenagem). Nos custos fixos estão incluídas as depreciações de benfeitorias, instalações, máquinas e implementos, mão de obra e encargos trabalhistas e seguro do capital fixo. Os custos operacionais levam em consideração os custos variáveis, fixos e a remuneração esperada sobre o capital fixo e sobre a terra. Somando-se esses montantes, obtém-se o custo total de produção.

A análise e a compreensão dos custos de produção são importantes em nível de propriedade rural e governamental. Na propriedade, o produtor rural é, antes de tudo, um tomador de decisões e busca, por meio dos diversos processos e recursos produtivos, selecionar a melhor

alocação dos insumos, a fim de obter resultados que maximizem a sua utilidade (Menegatti & Barros, 2007). Além da gestão rural, os custos de produção também servem como subsídio para às políticas de crédito e de preços mínimos (Martin et al., 1994).

## 4 Procedimentos metodológicos da pesquisa

### 4.1 Descrição do estudo

O estudo foi realizado no Brasil, utilizando os dados da soja e do milho em nível nacional. Os dados utilizados foram: a) média nacional de produtividade; b) custo de produção; e c) preço de mercado. Os valores de produtividade e custo de produção foram obtidos a partir das informações disponíveis pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab); já os valores referentes ao preço de mercado foram obtidos a partir dos dados disponíveis pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), divisão de estatística (Faostat). A análise foi realizada no período de 1997 a 2016.

Os custos de produção foram delimitados conforme a metodologia da Conab (2010). A Tabela 1 demonstra as variáveis que integram o custo de produção do milho e da soja. A seleção dos custos se deu apenas nos itens que fazem parte dos gastos com o custeio da lavoura, não envolvendo quaisquer outros tipos de custos ou despesas. O critério baseia-se nas variáveis possíveis de gerenciamento pelo produtor rural na fase de desenvolvimento da produção das *commodities*. As variáveis “operação com avião” e “aluguel de máquinas” não foram utilizadas na pesquisa, pois durante os anos de análise não houve gastos para ambas as variáveis. As variáveis “mão de obra temporária” e “mão de obra fixa” tiveram seus valores somados, gerando uma única variável – “Mão de obra”.

Tabela 1  
**Variáveis que integram o custo de produção do milho e da soja**

<b>I – Gastos com o custeio da lavoura</b>	<b>II – Gastos pós-colheita</b>
a) Operação com avião	a) Seguro da produção
b) Operação com máquinas	b) Assistência técnica
c) Aluguel de máquinas/serviços	c) Transporte externo
d) Mão de obra temporária	d) Armazenagem
e) Mão de obra fixa	<b>III – Despesas financeiras</b>
f) Sementes	a) Juros
g) Fertilizantes	<b>V – Outros custos fixos</b>
h) Defensivos	a) Manutenção periódica de máquinas/implementos
<b>IV – Depreciações</b>	b) Encargos sociais
a) Depreciação de benfeitorias/instalações	c) Seguro do capital fixo
b) Depreciação de implementos	<b>VI – Renda de fatores</b>
c) Depreciação de máquinas	a) Remuneração esperada sobre capital fixo
<b>VII – Custo total</b>	b) Terra

*Nota.* Fonte: Adaptado de “Metodologia de cálculo de custo de produção da Conab.”, de Companhia Nacional de Abastecimento, 2010. Recuperado de <http://www.conab.gov.br/CONABweb/download/safra/custosproducaometodologia.pdf>.

Os valores dos custos de produção e preços foram deflacionados de forma a corrigi-los para valores reais equivalentes ao mês de dezembro de 2016, sendo esse o ano final de análise. Para o deflacionamento dos preços nominais foi utilizado o Índice Geral de Preços (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas, que reflete o preço ao consumidor final, como preços no interior das cadeias produtivas e canais de comercialização.

#### 4.2 Descrição da análise

A análise de correlação foi realizada para analisar a força de associação entre as variáveis que compõem o custeio da lavoura com a receita bruta  $ha^{-1}$ . Utilizou-se o teste de normalidade para verificar se as variáveis seguem uma distribuição normal (variáveis paramétricas). Para isso, o teste utilizado foi o de *Kolmogorov-Smirnov – (Lilliefors)*. O teste observa a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida para os dados, no caso a normal, e a função de distribuição empírica dos dados.

Com base no resultado do teste de normalidade, efetuou-se a análise de correlação. Para as variáveis paramétricas, calculou-se o coeficiente de correlação de *Pearson (p)*. Para as variáveis não paramétricas, calculou-se o coeficiente de correlação de *Spearman (r)*. O valor dos coeficientes pode assumir valores de -1 a 1. Quando a variável assume valor 1, significa que a correlação é positiva e perfeita; quando assume o valor de -1, significa que a correlação é negativa e perfeita, isto é, se uma variável aumenta, a outra diminui. Por fim, quando assume o valor 0, significa que as duas variáveis não apresentam correlação (Hair, Black, Babin, Anderson & Tatham, 2009). Para as variáveis que apresentaram correlação com a receita bruta  $ha^{-1}$ , efetuou-se a regressão a fim de encontrar uma equação que explique a relação entre as variáveis dependente com a independente. A Tabela 2 descreve a variável independente e as variáveis dependentes.



Tabela 2

**Variáveis dependente e independente**

Variável independente*	Variável dependente*
Receita bruta ha <sup>-1</sup>	Operação com máquinas
	Mão de obra
	Sementes
	Fertilizantes
	Defensivos

Nota. Valores em reais (R\$)

Para analisar o comportamento dos custos de produção da soja e do milho, utilizou-se o preço pago por saca de 60 kg, multiplicado pela produtividade (sc ha<sup>-1</sup>), resultando na receita bruta ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). Além disso, ressalta-se que o preço pago é refletido pelo mercado, existindo interação entre o mercado do milho e o da soja na formação do preço de ambas as *commodities* (Caldarelli & Bacchi, 2012).

Tabela 3

**Preço (R\$) de venda da saca de 60 kg das culturas do milho e da soja, nos anos de 1997 a 2016**

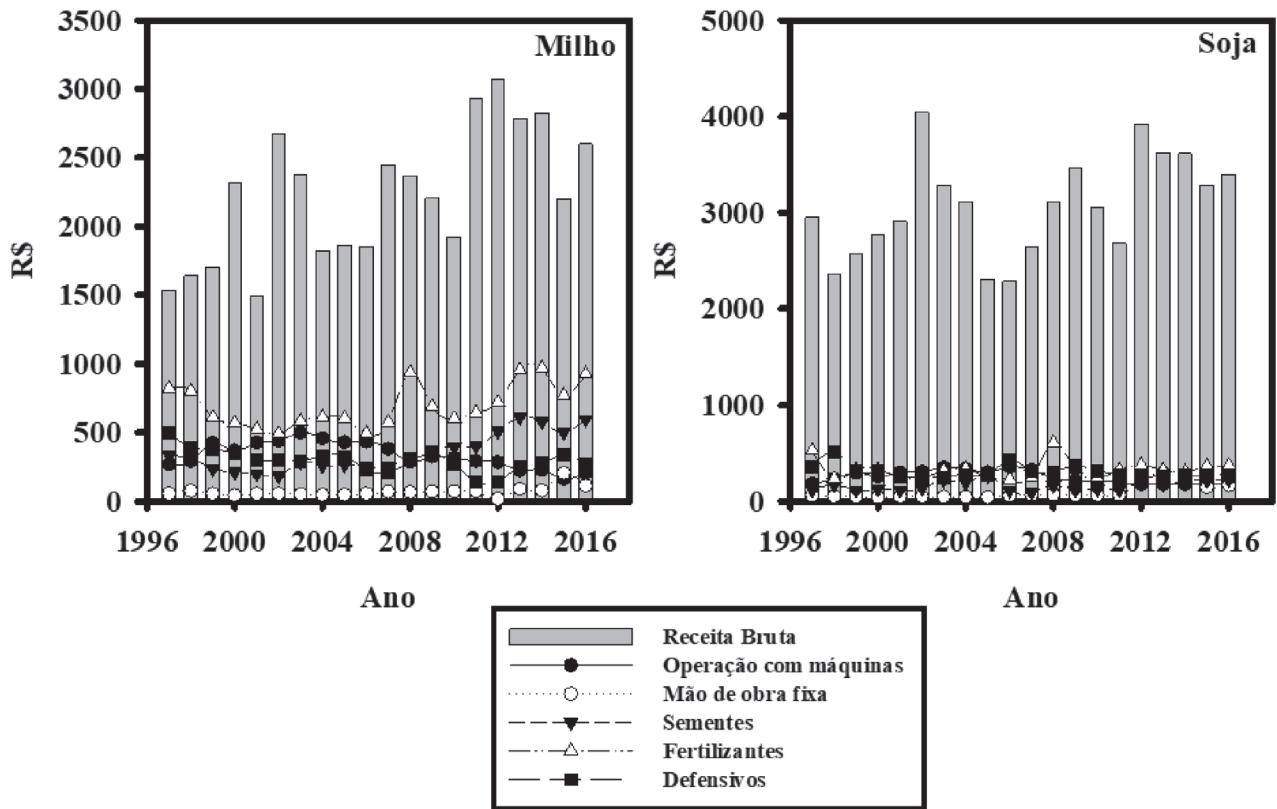
Ano	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Milho</b>	29,16	32,21	33,99	35,82	25,81	36,81	35,92	31,91	30,48	25,71
<b>Soja</b>	62,51	50,73	52,58	50,73	56,68	70,82	71,06	69,69	48,37	41,14
Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Milho</b>	31,15	32,89	26,15	23,26	30,8	30,78	27,85	26,45	28,3	27,35
<b>Soja</b>	47,31	59,76	60,64	49,27	51,18	67,35	64,12	60,98	63,48	64,20

Nota. Fonte: de “Preços”, de Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017b. Recuperado de [http://faostat3.fao.org/browse/P/\\*/E/](http://faostat3.fao.org/browse/P/*/E/).

## 5 Resultados e discussões

Os custos de produção do milho e da soja estão representados na Figura 3, com a respectiva receita bruta<sup>-1</sup>, compreendendo o período de 1997 a 2016, dividido pelas variáveis: “operação com máquinas”, “mão de obra”, “sementes”, “fertilizantes” e “defensivos”. Entre os anos de 1997 a 2016, a receita bruta ha<sup>-1</sup> da cultura do milho obteve acréscimo de 41,65% (sendo que entre o ano de 1997 a 2014 o acréscimo havia sido

de 84,72%). Nesse período, em dois momentos, a cultura apresentou maiores oscilações no total dos custos variáveis: a) entre as safras 2007 a 2008 e b) entre as safras de 2012 a 2013, com 26,32% e 24,66%, respectivamente. Em relação à cultura da soja, o aumento da receita bruta ha<sup>-1</sup> foi de 11,11% (tendo sido de 22,69% entre o ano 1997 a 2014). No período, o total dos custos variáveis oscilou entre os anos de 2007 a 2008, com incremento de 31,95%.



**Figura 3.** Receita bruta (R\$ ha<sup>-1</sup>) e custo de produção do milho e da soja (R\$ ha<sup>-1</sup>) nas variáveis: operação com máquinas, mão de obra, sementes, fertilizantes, defensivos, no período de 1997 a 2016.

*Nota.* Fonte: Adaptado de “Preços”, de Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017b. Recuperado de [http://faostat3.fao.org/browse/P/\\*E/](http://faostat3.fao.org/browse/P/*E/). Adaptado de “Culturas de verão - Série histórica”, de Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), 2017b. Recuperado de <http://www.CONAB.gov.br/conteudos.php?a=1555&t=2>.

O conjunto de dados de cada variável foi testado a partir do teste de *Kolmogorov-Smirnov* (com nível de erro de 5%), a fim de analisar a normalidade dos dados. As variáveis consideradas paramétricas para cultura do milho são: a) “mão de obra”, b) “fertilizantes”, c) “custo total” e d) “produção nacional”. Em relação à cultura da

soja, as variáveis consideradas paramétricas são: a) “sementes”, b) “fertilizantes”, c) “defensivos”, d) “custo total”, e) “produção nacional” e f) “preço de mercado”. A normalidade dos dados deve-se pela baixa dispersão (oscilação) dos valores históricos entre os anos de 1997 a 2016 (Tabela 4).

Tabela 4

**Teste de normalidade da cultura do milho e da soja para as variáveis custos, total dos custos variáveis, produção nacional e preço de mercado**

		Normal	
		Sim	Não
Milho	Operação com máquinas		X
	Mão de obra	X	
	Sementes		X
	Fertilizantes	X	
	Defensivos		X
	Total dos custos variáveis	X	
	Produção nacional	X	
<b>Preço de mercado da commodity</b>			X
Soja	Operação com máquinas		X
	Mão de obra fixa		X
	Sementes	X	
	Fertilizantes	X	
	Defensivos	X	
	Total dos custos variáveis	X	
	Produção nacional	X	
<b>Preço de mercado da commodity</b>		X	

*Nota.* Kolmogorov-Smirnov com um nível de erro de  $p < 0,05$ . Sim = dados paramétricos; Não = dados não paramétricos. Fonte: Adaptado de “Séries históricas de área plantada, produtividade e produção”, de Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), 2017b. Recuperado de <http://www.CONAB.gov.br/conteudos.php?t=2&a=1252&filtrar=1&f=1&p=115&e=0&d=0&m=0&s=0&ac=0&tps=0&lvs=0&l=0&ed=0&i=>

As variáveis dos custos de produção estão associadas com a “receita bruta  $ha^{-1}$ ” e com o “custo total” (Tabela 5). Para a cultura do milho, houve forte força de associação entre o custo total com as variáveis: a) “mão de obra”, b) “sementes”, c) “fertilizantes” e d) “defensivos”. Em contrapartida, a receita bruta  $ha^{-1}$  apresentou moderada força de associação com as variáveis: a) “defensivos”, b) “operação com máquinas” e c) “custo total”. Da mesma forma, a cultura da soja apresentou força de associação semelhante à cultura do milho – sendo que apenas a variável “defensivos” apresentou forte correlação com a receita bruta  $ha^{-1}$ . Para o milho, a variável “sementes” apresentou o maior coeficiente de correlação para o “custo total” e para a “receita bruta  $ha^{-1}$ ”, no valor de 0,973 e 0,858, respectivamente (com nível de 1% significância). Em relação à soja, a variável “sementes” apresentou o maior coeficiente de correlação com o “custo total”, no valor de 0,897;

já em relação à “receita bruta  $ha^{-1}$ ”, a variável “mão de obra” obteve o maior coeficiente, com o valor de 0,860 (ambos com nível de 1% significância).

Com base nas correlações, é possível sustentar a afirmação de que os custos de produção – do milho e da soja – acompanham a receita bruta  $ha^{-1}$ , seja o custo total ou suas variáveis (operação com máquinas, mão de obra, sementes, fertilizantes e defensivos). Com isso, há uma tendência em que o aumento do preço de mercado das *commodities* impacte no aumento do preço dos insumos agrícolas. Em relação a isso, o produtor rural, na perspectiva de aumento do preço das *commodities*, tem a possibilidade de gerenciar estratégias para aquisição de insumos (exemplo: antecipando a compra).

A partir da adoção de tecnologias agrícolas, o produtor rural tem a possibilidade de aumentar o custo de uma variável reduzindo o custo de outra variável (além de aumentar a produtividade).

Assim, é possível analisar qual delas se tonará viável economicamente. Por exemplo, o sistema de manejo agrícola é dependente do tratamento que se quer dar ao solo para a exploração agrícola. A utilização da agricultura de precisão a taxa variável de fertilizantes (AP) possibilita a utilização eficiente no uso de fertilizantes (Artuzo, Foguesatto & Silva, 2017; Artuzo, Soares & Weiss, 2017). A aplicação de fertilizantes na quantidade necessária para planta possibilita a máxima eficiência no seu desenvolvimento e, por consequência, no seu potencial produtivo (Duan

et al. 2014; Zhang, 2015). Assim, o aumento produtivo é ocasionado, em partes, e de forma indireta, pela “operação de máquinas agrícolas”. Nesse exemplo, há um aumento no custo da “operação de máquinas agrícolas”, redução no custo de “fertilizantes” e acréscimo da produção por área (ocasionado pela aplicação necessária e em quantidade precisa de fertilizantes). O aumento da produtividade impactará na receita bruta  $ha^{-1}$ . Nesse sentido, o gestor rural poderá decidir na melhor combinação de decisões na busca da rentabilidade da atividade agrícola.

Tabela 5

**Matriz correlação da cultura do milho e da soja, entre as variáveis: operação com máquinas (OM), mão de obra (MO), sementes, fertilizantes, defensivos, custo total e receita.**

		Milho					
	OM	MO	Sementes	Fertilizantes	Defensivos	CT	Receita
OM	1						
MO	0,682**	1					
Sementes	0,367	0,787**	1				
Fertilizantes	0,382	0,746**	0,966**	1			
Defensivos	0,287	0,835**	0,729**	0,775**	1		
CT	0,548**	0,752**	0,973**	0,985**	0,831**	1	
Receita	0,609**	0,647**	0,858**	0,804**	0,546**	0,857**	1

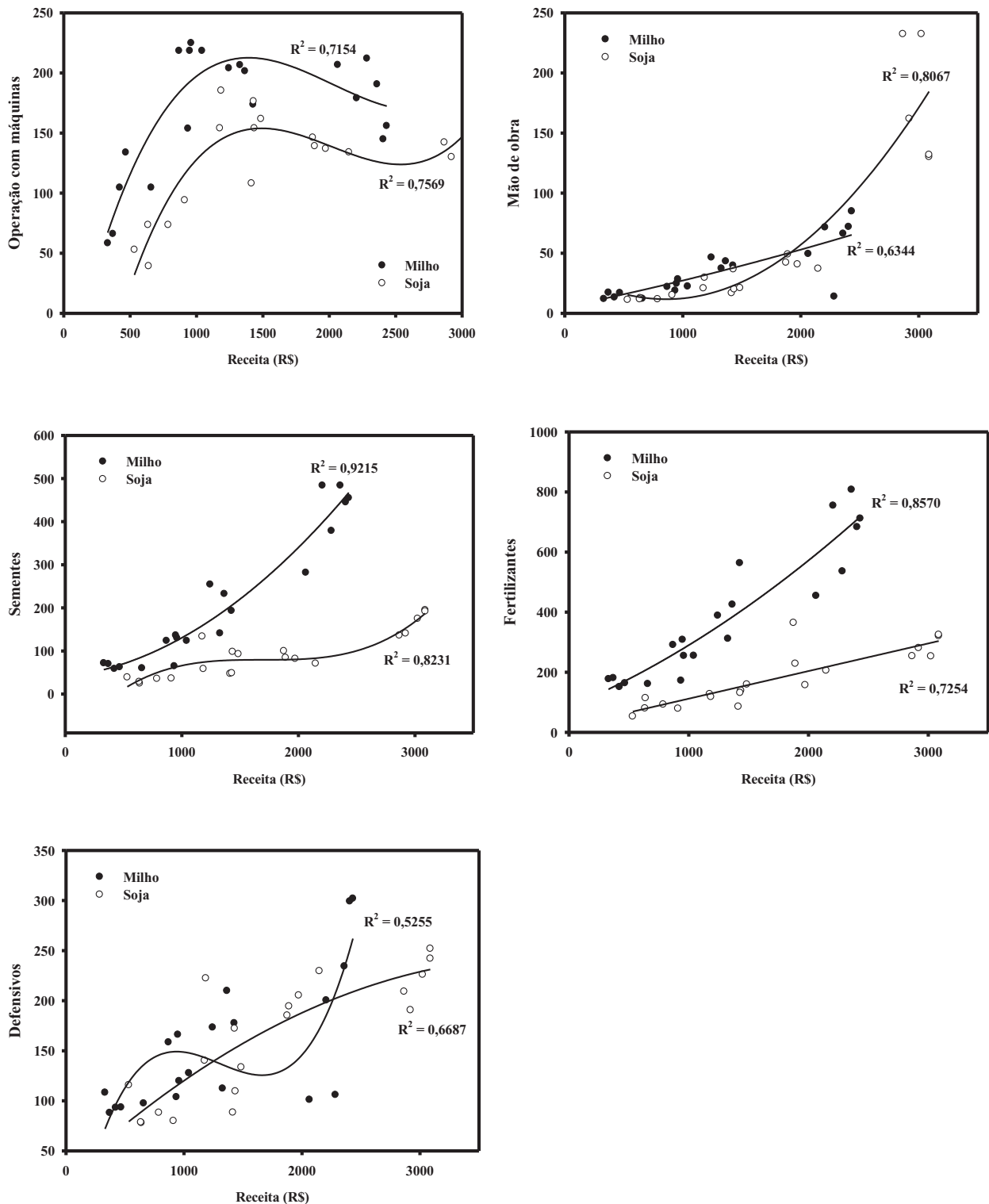
  

		Soja					
	OM	MO	Sementes	Fertilizantes	Defensivos	CT	Receita
OM	1						
MO	0,306	1					
Sementes	0,568*	0,786**	1				
Fertilizantes	0,487*	0,650**	0,762**	1			
Defensivos	0,699**	0,614**	0,672**	0,728	1		
CT	0,668**	0,826**	0,897**	0,856**	0,875**	1	
Receita	0,522*	0,860**	0,804**	0,803**	0,742**	0,888**	1

*Nota.* \*A correlação é significativa no nível de 5% de erro. \*\*A correlação é significativa no nível de 1% de erro. Para as variáveis normais efetuou-se a correlação de Pearson e para as variáveis não normais efetuou-se a correlação de Spearman. Valores de “operação com avião” e “aluguel de máquinas/serviços” tiveram valores de custos “0” durante o período de 1997 a 2016. Fonte: Adaptado de “Séries históricas de área plantada, produtividade e produção”, de Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), 2017b. Recuperado de <http://www.CONAB.gov.br/conteudos.php?t=2&a=1252&filtrar=1&f=1&p=115&e=0&d=0&m=0&s=0&ac=0&tps=0&lvs=0&l=0&ed=0&i=>; “Preços”, de Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017b. Recuperado de [http://faostat3.fao.org/browse/P/\\*/E/](http://faostat3.fao.org/browse/P/*/E/).

Praticamente, todas as variáveis correlacionadas apresentam alto valor de determinação (Figura 4). A partir da regressão, foi possível determinar uma equação matemática para cada variável, de forma que o efeito previsto

de “receita bruta  $ha^{-1}$ ” possa servir para prever as variáveis dos custos de produção, ou seja, qual seria o custo das variáveis dos custos de produção para cada incremento de unidade de receita bruta  $ha^{-1}$  acrescida.



**Figura 4.** Diagrama de dispersão das variáveis: “operação de máquinas”, “mão de obra”, “sementes”, “fertilizantes” e “defensivos” na cultura do milho e da soja.

*Nota.* Fonte: Adaptado de “Séries históricas de área plantada, produtividade e produção”, de Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), 2017b. Recuperado de <http://www.CONAB.gov.br/conteudos.php?t=2&a=1252&filtrar=1&f=1&p=115&e=0&d=0&m=0&s=0&ac=0&tps=0&lvs=0&l=0&ed=0&i=>. Adaptado de “Preços”, de Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017b. Recuperado de [http://faostat3.fao.org/browse/P/\\*/E/](http://faostat3.fao.org/browse/P/*/E/).

É possível inferir para a variável “fertilizante”, na cultura da soja, que, por apresentar correlação linear, a cada unidade de receita bruta ha<sup>-1</sup> acrescida aumenta, de forma aritmética, 0,0919 unidade de custo. Para as demais variáveis, por não apresentarem linearidade, a predição da maximização dos lucros pode ser realizada, da mesma forma, por suas respectivas equações, a partir da determinação da receita e do custo (Tabelas 6 e 7). O método de regressão na análise de variância determinou

se o modelo explica satisfatoriamente a relação entre as variáveis dos custos de produção com a receita bruta ha<sup>-1</sup>. Para tanto, o emprego do teste F determinou quais são as equações possíveis; e o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) demonstrou o grau de explicação de cada equação. O teste F, na análise de variância, testou apenas o coeficiente associado à variável “receita bruta ha<sup>-1</sup>” em seu maior expoente, testando-se assim o efeito de grau *p*.

Tabela 6

**Regressão das variáveis em relação à receita da cultura do milho**

	Coefficiente	Sig do coeficiente	Equação	Sig da equação*
OM	y0 = -66,1124	0,0287	$f = -66,1124 + 0,4856x - 0,0003x^2 + 4,3895 * 10^{-8} * x^3$	<0,0001
	a = 0,4856	0,0090		
	b = -0,0003	0,0360		
	c = 4,3895*10 <sup>-8</sup>	0,0040		
MO	y0 = 5,3642	0,3112	$f = 5,3642 + 0,0200x + 1,9013 * 10^{-6} * x^2$	<0,0001
	a = 0,0200	0,1945		
	b = 1,9013*10 <sup>-6</sup>	0,0080		
S	y0 = 39,7837	0,3490	$f = 39,7837 + 0,0315x + 5,9309 * 10^{-5} * x^2$	<0,0001
	A = 0,0315	0,6571		
	b = 5,9309*10 <sup>-5</sup>	0,0241		
F	y0 = 83,5662	0,3016	$f = 83,5662 + 0,1688x + 3,7744 * 10^{-5} * x^2$	<0,0001
	a = 0,1688	0,2192		
	b = 3,7744*10 <sup>-5</sup>	0,4181		
D	y0 = -71,3853	0,4251	$f = -71,3853 + 0,5792x - 0,0005x^2 + 1,2388 * 10^{-7} * x^3$	0,0017
	a = 0,5792	0,0474		
	b = -0,0005	0,0570		
	c = 1,2388*10 <sup>-7</sup>	0,0509		

Nota: OM = Operação com máquinas; MO = Mão de obra; S = Sementes; F = Fertilizantes; e D = Defensivos. \*Teste F com nível de significância de  $p < 0,05$ . Análise dos resíduos no Apêndice, Tabela 1.

Tabela 7

**Regressão das variáveis em relação à receita da cultura da soja**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Sig do coeficiente</b>	<b>Equação</b>	<b>Sig da equação*</b>
OM	y0 = -203,4189	0,0021	$f = -203,4189 + 0,5962x - 0,0003x^2 + 5,2577 * 10^{-8} * x^3$	<0,0001
	a = 0,5962	0,0002		
	b = -0,0003	0,0008		
	c = 5,2577*10 <sup>-8</sup>	0,0019		
MO	y0 = 37,4202	0,0112	$f = 37,4202 - 0,0598x + 3,4785 * 10^{-5} * x^2$	<0,0001
	a = -0,0598	0,0445		
	b = 3,4785*10 <sup>-5</sup>	0,0080		
S	y0 = -113,8373	0,0195	$f = -113,8373 + 0,3418x - 0,0002x^2 + 3,9662 * 10^{-8} * x^3$	<0,0001
	a = 0,3418	0,0042		
	b = -0,0002	0,0334		
	c = 3,9662*10 <sup>-8</sup>	0,0251		
F	y0 = 20,0609	0,0281	$f = 20,0609 + 0,0919x$	<0,0001
	a = 0,0919	<0,0001		
D	y0 = 25,5726	0,0466	$f = 25,5726 + 0,1079x - 1,3375 * 10^{-5} * x^2$	<0,0001
	a = 0,1079	0,0412		
	b = -1,3375*10 <sup>-5</sup>	0,0295		

*Nota:* OM = Operação com máquinas; MO = Mão de obra; S = Sementes; F = Fertilizantes; e D = Defensivos. \*Teste F com nível de significância de  $p < 0,05$ . Análise dos resíduos no Apêndice, Tabela 2.

Os coeficientes de determinação para as variáveis dos custos de produção do milho são: a) “operação com máquinas”: 71,54%, b) “mão de obra”: 63,44%, c) “sementes”: 92,15%; d) “fertilizantes”: 85,70%; e) “defensivos”: 52,55%. Para a cultura da soja, os coeficientes de determinação são: a) “operação com máquinas”: 75,69%; b) “mão de obra”: 80,67%; c) “sementes”: 82,31%; d) “fertilizantes”: 72,54%; e e) “defensivos”: 66,87%. Os valores históricos de custos para essas variáveis foram proporcionais à receita bruta ha<sup>-1</sup>, podendo-se prevê-las e melhor predizê-las com a equação de regressão.

A variável “defensivos”, para a cultura do milho e da soja, apresentou moderado coeficiente de determinação. Esse fato é explicado pela discrepância entre os valores históricos de custos, ocasionada pela variação anual na aplicação de defensivos, realizada conforme a incidência de pragas, doenças e no controle de plantas invasoras, conforme descrito por Henriques et al. (2014) e Satish, Chander, Reji e Singh (2007).

A partir da análise do custo de produção com a receita da atividade agrícola, o gestor rural poderá extrair informações que o auxiliará na tomada de decisão no decorrer do ciclo produtivo das culturas. Assim, com base nas equações é possível prever e/ou estimar o custo de cada variável pertencente ao gasto com o custeio da lavoura, simular tecnologias (coeficientes técnicos) e preços, possibilitando à substituição de processos de produção e reduções de custos.

## 6 Considerações finais

O empresário rural nem sempre consegue monitorar todos os processos das suas atividades agrícolas, não dando importância necessária para as análises gerenciais da propriedade. A transformação tecnológica ocorrida na agricultura, principalmente na soja e no milho, exige uma gestão eficiente na atividade rural, a partir da utilização de ferramentas de gestão. Assim, é necessário o aperfeiçoamento da gestão no setor

rural. O levantamento e a interpretação dos custos de produção, analisando as variáveis que envolvam os gastos do custeio da lavoura, com consequente avaliação das informações da receita bruta  $ha^{-1}$ , possibilita obter informações para a tomada de decisão sobre as atividades agrícolas.

Os elementos que compõem os custos de produção, como: i) operação com máquinas, ii) mão de obra, iii) sementes, iv) fertilizantes e v) defensivos estão associados à receita bruta  $ha^{-1}$  das *commodities*. O investimento no processo produtivo, como a partir de sementes com alto potencial produtivo e aquisição de máquinas agrícolas modernas, aumenta o custo de produção, mas, por consequência, auxiliam no pleno desenvolvimento das culturas agrícolas, maximizando a sua produtividade e impactando na receita da atividade agrícola. A falta de investimento no processo produtivo acarretará redução na receita bruta  $ha^{-1}$ . Nesse caso, uma análise específica, levando em consideração as peculiaridades de cada unidade de produção, auxiliará o produtor na tomada de decisão entre realizar ou não um investimento - levando em consideração que o custo do investimento deve ser inferior ao retorno econômico gerado por ele.

Ao identificar o comportamento dos custos, em relação à receita bruta  $ha^{-1}$ , é possível estabelecer um parâmetro para melhor prever possíveis receitas ou custos, a partir da previsão e/ou cenários de mercado. Assim, as equações para a cultura do milho explicam: 71,54%, 63,44%, 92,15%, 85,70% e 52,55% dos casos observados, respectivamente, para as variáveis “operação com máquinas”, “mão de obra”, “sementes”, “fertilizantes” e “defensivos”. Da mesma forma, para a cultura da soja, para as mesmas variáveis, as equações explicam em: 75,69%, 80,67%, 82,31%, 72,54% e 66,87% dos casos observados.

O alto custo na produção da soja e do milho - em razão do emprego de tecnologias agrícolas -, aliado à oscilação no preço de mercado dos produtos, pode acarretar perda de lucratividade ou, até mesmo, prejuízo nas atividades. O conhecimento do comportamento dos custos das variáveis do custeio da lavoura é eficaz para o controle nas atividades agrícolas, pois, a partir dele, é possível criar um planejamento estratégico na aquisição de insumos.

A eficiência no uso dos fatores de produção possibilita a maximização da receita bruta  $ha^{-1}$ . Assim, as equações constituem-se em uma ferramenta que possibilita ao produtor rural melhor prever suas receitas a partir das informações dos custos, partindo da premissa de que, no âmbito rural, a dificuldade em gerenciar e controlar os custos do processo produtivo é um empecilho na gestão do produtor rural.

Os resultados encontrados refletem a realidade modal das unidades agrícolas brasileiras, pois partem da análise dos custos de produção da Companhia Nacional de Abastecimento, no qual são determinados a partir de um painel modal. Os dados revelam a possibilidade de análise para outras *commodities* agrícolas, a fim de verificar se possuem o mesmo comportamento do milho e da soja. Além disso, torna-se pertinente uma análise do comportamento dos custos em relação à variação entre a receita bruta  $ha^{-1}$  e a receita líquida  $ha^{-1}$ , dado um nível padrão de adoção de tecnologias no processo produtivo.

## Referências

- Alves, E. (1998). Difusão de tecnologia – uma visão neoclássica. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 15(2), 27-33.
- Andrade, M. G. F., Pimenta, P. R., Munhão, E. E., & Morais, M. I. (2012). Controle de custos na agricultura: Um estudo sobre a rentabilidade na cultura da soja. *Custos e @gronegocio online*, 8(3), 24-45.
- Artuzo, F. D., Foguesatto, C. R., & Silva, L. X. (2017). Agricultura de precisão: Inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 13(29), 146-161. Doi: <http://doi.org/10.3895/rt.s.v13n29.4755>
- Artuzo, F. D., Jandrey, W. F., Casarin, F., & Machado, J. A. D. (2015). Tomada de decisão a partir da análise econômica de viabilidade: Estudo de caso no dimensionamento de máquinas agrícolas. *Custos e @gronegocio online*, 11(3), 183-205.



- Artuzo, F. D., Soares, C. & Weiss, C. R. (2017). Inovação de processo: O impacto ambiental e econômico da adoção da agricultura de precisão. *Espacios* 38(2), 1-6.
- Barros, G. S. A. D. C., Silva, A. P., Ponchio, L. A., Alves, L. R. A., Osaki, M., & Cenamo, M. (2006). Custos de produção de biodiesel no Brasil. *Revista de Política Agrícola*, 15(3), 36-50.
- Barry, F. (Ed.). (1999). *Understanding Ireland's economic growth*. New York: St. Martin's Press, 1999.
- Batalha, M. O. (Coord.). (2001). *Gestão agroindustrial: GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais* (2a ed.). São Paulo: Atlas, 2001.
- Bateman, D. I., Edwards, J. R., & LeVay, C. (1979). Agricultural cooperatives and the theory of the firm. *Oxford Development Studies*, 8(1), 63-81.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2016). Estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Recuperado de [agrostat.agricultura.gov.br/](http://agrostat.agricultura.gov.br/)
- Borlachenco, N. G. C., & Gonçalves, A. B. (2017). Expansão agrícola: Elaboração de indicadores de sustentabilidade nas cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul. *Interações*, 18(1), 119-128. doi: [http://dx.doi.org/10.20435/1984-042X-2017-v.18-n.1\(09\)](http://dx.doi.org/10.20435/1984-042X-2017-v.18-n.1(09))
- Caldarelli, C. E., & Bacchi, M. R. P. (2012). Fatores de influência no preço do milho no Brasil. *Nova economia*, 22(1), 141-164. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-63512012000100005>
- Carareto, E. S., Jayme, G., Tavares, M. P. Z., & Vale, V. P. (2006). Gestão estratégica de custos: custos na tomada de decisão. *Revista de Economia da UEG*, 2(2), 1-24.
- Carvalho, L. C. P. D. (1998). *Teoria da firma: A produção e a firma*. São Paulo: USP.
- Coelho, A. M., Cruz, J. C., & Pereira, F. I. A. (2003). Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo. *Informações Agronômicas*, 101, 1-12.
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2010). *Metodologia de cálculo de custo de produção da CONAB*. 2010. Recuperado de <http://www.CONAB.gov.br/CONABweb/download/safra/custosproducaometodologia.pdf>
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2017a). *Séries históricas de área plantada, produtividade e produção*. Recuperado de <http://www.CONAB.gov.br/conteudos.php?t=2&a=1252&filtrar=1&f=1&cp=115&e=0&d=0&m=0&s=0&ac=0&tps=0&lvs=0&l=0&ed=0&i=>
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2017b). *Culturas de verão - Série histórica*. Recuperado de <http://www.CONAB.gov.br/conteudos.php?a=1555&t=2>
- Duan, Y., Xu, M., Gao, S., Yang, X., Huang, S., Liu, H., & Wang, B. (2014). Nitrogen use efficiency in a wheat-corn cropping system from 15 years of manure and fertilizer applications. *Field Crops Research* 157, 47-56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.12.012>
- Duarte, S. L., Pereira, C. A., Tavares, M., & Reis, E. A. (2011). Variáveis dos custos de produção versus preço de venda da cultura do café no segundo ano da lavoura. *REGE Revista de Gestão*, 18(4), 675-690. doi: <https://doi.org/10.5700/rege447>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017a). *Cultivo*. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017b). *Preços*. Recuperado de [http://faostat3.fao.org/browse/P/\\*/E/](http://faostat3.fao.org/browse/P/*/E/)
- Figueiredo, P. N. (2016). New challenges for public research organisations in agricultural innovation in developing economies: Evidence from Embrapa in Brazil's soybean industry. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 62, 21-32.

- Galvão, R. R. A. (2017). O biogás do agronegócio: Transformando o passivo ambiental em ativo energético e aumentando a competitividade do setor. *Boletim de Conjuntura*, (3), 4-6.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman.
- Henriques, M. J., Oliveira, A. M., Neto, Guerra, N., Oliveira N. C., Souza, L. R. C. & Gonzatto, O. A., Jr. (2014). Controle de helmintosporiose em milho pipoca, com a aplicação de fungicidas sistêmicos em diferentes épocas. *Campo Digital*, 9(2), 43-57.
- Herrendorf, B., & Schoellman, T. (2015). Why is measured productivity so low in agriculture? *Review of Economic Dynamics*, 18(4), 1003-1022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.red.2014.10.006>
- Heumesser, C., Fuss, S., Szolgayová, J., Strauss, F., & Schmid, E. (2012). Investment in irrigation systems under precipitation uncertainty. *Water Resources Management*, 26(11), 3113-3137. doi: <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0053-x>
- Hirakuri, M. H., & Lazzarotto J. J. (2014). O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. *Documentos*, (349), 1-70.
- Inácio, C. T., Urquiaga, S., Chalk, P. M., Mata, M., G., F., & Souza, P. O. (2015). Identifying N fertilizer regime and vegetable production system in tropical Brazil using 15N natural abundance. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(15), 3025-3032. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7177>
- Kaneko, F. H., Hernandez, F. B. P., Shimada, M. M., & Ferreira, J. P., (2012). Estudo de caso - Análise econômica da fertirrigação e adubação tratorizada em pivos centrais considerando a cultura do milho. *Agrarian* 5(16), 161-165.
- Marion, J. C., & Segatti, S. (2006). Sistema de gestão de custos nas pequenas propriedades leiteiras. *Custos e @ gronegócios online*, 2(2), 2-7.
- Martin, N. B., Serra, R., Antunes, J. F. G., Oliveira, M. D. M., & Okawa, H. (1994). Custos: Sistema de custo de produção agrícola. *Informações Econômicas*, 24(9), 97-122.
- Menegatti, A. L. A., & Barros, A. L. M. D. (2007). Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 45(1), 163-183. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032007000100008>
- Melo, F. B. H. (1982). Disponibilidade de alimentos e efeitos distributivos: Brasil, 1967/79. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 12(2), 343-398.
- Münch, T., Berg, M., Mirschel, W., Wieland, R., & Nendel, C. (2014). Considering cost accountancy items in crop production simulations under climate change. *European Journal of Agronomy*, 52, 57-68. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.01.005>
- Oliveira, C. M., Santana, A. C., & Homma, A. K. O. (2012). Os custos de produção e a rentabilidade da soja nos municípios de Santarém e Belterra, estado do Pará. *Acta Amazonica*, 43(1), 23-32.
- Paré, M. C., Lafond, J., & Pageau, D. (2015). Best management practices in Northern agriculture: A twelve-year rotation and soil till age study in Saguenay–Lac-Saint-Jean. *Soil and Tillage Research* 150, 83-92. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.01.012>
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. L. (2002). *Microeconomia* (5a ed.). São Paulo: Prentice Hall.
- Pinho, D. B., & Vasconcellos, M. A. S. D. (2006). *Manual de introdução à economia*. São Paulo: Saraiva.
- Richetti, A. (2016). Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2016/2017, em Mato Grosso do Sul. *Comunicado Técnico Embrapa*. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146045/1/COT2016211.pdf>

Roberts, T. L., & Johnston, A. (2015). Phosphorus use efficiency and management in agriculture. *Resources, Conservation and Recycling*, 105, 275-281. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.09.013>

Rotili, E. A., Afféri, F. S., Peluzio, J. M., Carvalho, E. V., & Santos, W. F. (2015). Rentabilidade de diferentes híbridos de milho, no Estado do Tocantins, safra 2009/2010. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 5(2), 162-167.

Satish, D., Chander, S., Reji, G., & Singh, V., S. (2007). Determining optimum number of pesticide applications and economic injury level for leaf folder (*Cnaphalocrocis medinalis*) on Rice (*Oryza sativa*). *Pesticide Research Journal*, 19(2), 182-185.

Silveira, J. M. F. J. D., Borges, I. D. C., & Buainain, A. M. (2005). Biotecnologia e agricultura: Da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. *São Paulo em Perspectiva*, 19(2),

101-114. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392005000200009>

Souza, H. M., Fº, Buainain, A. M., Silveira, J. M. F. J., & Vinholis, M. D. M. B. (2011). Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 28(1), 223-255.

Sporleder, T. L. (1992). Managerial economics of vertically coordinated agricultural firms. *American Journal of Agricultural Economics*, 74(5), 1226-1231.

Vasconcellos, M. A. D. S., & Pinho, D. B. (2002). *Manual de economia* (5a ed.). São Paulo: Saraiva.

Zhang, X., Davidson, E., A., Mauzerall, D., L., Searchinger, T., D., Dumas, P., & Shen, Y. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*, 528(7580), 51-59. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nature15743>

## Apêndice

Tabela 1

**Análise de variância das variáveis “operação com máquinas”, “mão de obra”, “semente”, “fertilizantes” e “defensivos” na cultura do milho**

Análise de variância					
	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio		
Regressão	4	609444,2401	152361,06		
Resíduo	16	12313,4274	769,5892		
Total	20	621757,6675	31087,8834		
<b>OM</b>					
Corrigido pela média das observações					
	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P*
Regressão	3	39058,7951	13019,5984	16,9176	<0,0001
Resíduo	16	12313,4274	769,5892		
Total	19	51372,2225	2703,8012		

<b>Análise de variância</b>						
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>			
<b>MO</b>	Regressão	3	38157,5233	12719,1744		
	Resíduo	17	689,5251	40,5603		
	Total	20	38847,0484	1942,3524		
<b>Corrigido pela média das observações</b>						
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>P*</b>	
<b>MO</b>	Regressão	2	9266,8824	4633,4412	114,2359	<0,0001
	Resíduo	17	689,5251	40,5603		
	Total	19	9956,4074	524,0214		
<b>Análise de variância</b>						
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>			
<b>S</b>	Regressão	3	1331865,244	443955,0812		
	Resíduo	17	32194,0216	1893,766		
	Total	20	1364059,265	68202,9633		
<b>Corrigido pela média das observações</b>						
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>P*</b>	
<b>S</b>	Regressão	2	427690,1887	213845,0943	112,9205	<0,0001
	Resíduo	17	32194,0216	1893,766		
	Total	19	459884,2103	24204,4321		
<b>Análise de variância</b>						
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>			
<b>F</b>	Regressão	3	3802943,01	1267647,67		
	Resíduo	17	114324,4429	6724,9672		
	Total	20	3917267,453	195863,3726		
<b>Corrigido pela média das observações</b>						
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>P*</b>	
<b>F</b>	Regressão	2	796003,7998	398001,8999	59,1827	<0,0001
	Resíduo	17	114324,4429	6724,9672		
	Total	19	910328,2427	47912,0128		
<b>Análise de variância</b>						
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>			
<b>D</b>	Regressão	4	522617,151	130654,2877		
	Resíduo	16	33582,4248	2098,9016		
	Total	20	556199,5758	27809,9788		
<b>Corrigido pela média das observações</b>						
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>P*</b>	
<b>D</b>	Regressão	3	50401,5317	16800,5106	8,0044	0,0018
	Resíduo	16	33582,4248	2098,9016		
	Total	19	83983,9565	4420,2082		

Nota: OM = Operação com máquinas; MO = Mão de obra; S = Sementes; F = Fertilizantes; e D = Defensivos. \*Teste F com nível de significância de  $p < 0,01$ .

Tabela 2

**Análise de variância das variáveis “operação com máquinas”, “mão de obra”, “semente”, “fertilizantes” e “defensivos” na cultura da soja**

<b>Análise de variância</b>					
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>		
Regressão	4	355940,7963	88985,1991		
Resíduo	16	6620,5175	413,7823		
Total	20	362561,3138	18128,0657		
<b>OM</b>					
<b>Corrigido pela média das observações</b>					
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>P*</b>
Regressão	3	25721,4958	8573,8319	20,7206	<0,0001
Resíduo	16	6620,5175	413,7823		
Total	19	32342,0133	1702,2112		
<b>MO</b>					
<b>Análise de variância</b>					
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>		
Regressão	2	153964,5327	76982,2663		
Resíduo	18	26567,4982	1475,9721		
Total	20	180532,0309	9026,6015		
<b>MO</b>					
<b>Corrigido pela média das observações</b>					
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>P*</b>
Regressão	1	73711,4852	73711,4852	49,941	<0,0001
Resíduo	18	26567,4982	1475,9721		
Total	19	100278,9835	5277,8412		
<b>S</b>					
<b>Análise de variância</b>					
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>		
Regressão	4	214204,677	53551,1692		
Resíduo	16	8468,0861	529,2554		
Total	20	222672,7631	11133,6382		
<b>S</b>					
<b>Corrigido pela média das observações</b>					
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>P*</b>
Regressão	3	48375,3109	16125,1036	30,4675	<0,0001
Resíduo	16	8468,0861	529,2554		
Total	19	56843,397	2991,7577		
<b>F</b>					
<b>Análise de variância</b>					
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>		
Regressão	2	762277,1266	381138,5633		
Resíduo	18	43594,3614	2421,909		
Total	20	805871,488	40293,5744		
<b>F</b>					
<b>Corrigido pela média das observações</b>					
	<b>GL</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>P*</b>
Regressão	1	123996,4061	123996,4061	51,1978	<0,0001
Resíduo	18	43594,3614	2421,909		
Total	19	167590,7675	8820,5667		

Análise de variância					
	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio		
Regressão	3	575508,3431	191836,1144		
Resíduo	17	21119,5607	1242,3271		
Total	20	596627,9038	29831,3952		

**D**

Corrigido pela média das observações					
	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P*
Regressão	2	50135,7476	25067,8738	20,1782	<0,0001
Resíduo	17	21119,5607	1242,3271		
Total	19	71255,3083	3750,2794		

Nota: OM = Operação com máquinas; MO = Mão de obra; S = Sementes; F = Fertilizantes e; D = Defensivos.

\*Teste F com nível de significância de  $p < 0,01$ .

### Agências de fomento:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

### Sobre os autores:

**1. Felipe Dalzotto Artuzo**, Mestre em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. E-mail: felipeartuzo1@hotmail.com

ORCID

 0000-0003-0448-9096

**2. Cristian Rogério Foguesatto**, Mestre em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. E-mail: cristian\_rogeriof@hotmail.com

ORCID

 0000-0002-7628-7090

**3. Ângela Rozane Leal de Souza**, Doutora em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. E-mail: angela.rsl@gmail.com

ORCID

 0000-0002-4172-9928

**4. Leonardo Xavier da Silva**, Doutor em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. E-mail: leonardo.xavier@ufrgs.br

ORCID

 0000-0002-1376-8081

### Contribuição dos autores:

Contribuição	Felipe Dalzotto Artuzo	Cristian Rogério Foguesatto	Ângela Rozane Leal de Souza	Leonardo Xavier da Silva
1. Definição do problema de pesquisa	√			√
2. Desenvolvimento das hipóteses ou questões de pesquisa (trabalhos empíricos)	√		√	
3. Desenvolvimento das proposições teóricas (ensaios teóricos)	√			√
4. Fundamentação teórica/Revisão de Literatura	√	√	√	√
5. Definição dos procedimentos metodológicos	√		√	
6. Coleta de Dados	√	√		
7. Análise Estatística	√			
8. Análise e interpretação dos dados	√	√	√	√
9. Revisão crítica do manuscrito	√	√		√
10. Redação do manuscrito	√	√		
11. Tradução (inglês)		√		