



ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS SISTEMAS DE CULTIVO DE SOJA TRANSGÊNICA DESENVOLVIDOS EM SULINA-PR NA SAFRA 2019/2020

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN TWO TRANSGENIC SOY CULTIVATION SYSTEMS DEVELOPED IN SULINA-PR IN THE FAR 2019/2020

Autor(es): Thalia Venzon Bavaresco; Marcelo Lopes de Moraes

Filiação: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Francisco Beltrão

E-mail: thalia_bavaresco@hotmail.com; marcelomoraes.unioeste@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): 03 - Evolução, estrutura e dinâmica dos complexos agroindustriais

Resumo

A cultura da soja se destaca como a principal oleaginosa consumida e produzida no mundo em decorrência de suas diversas aplicações. Na intenção de atender à crescente demanda, novas tecnologias agrícolas, como o cultivo de plantas transgênicas, vêm sendo utilizadas. As variedades de soja geneticamente modificadas disponíveis no mercado podem ser divididas em duas categorias: a soja Roundup Ready (RR), primeira geração de soja transgênica, portadora de uma biotecnologia que lhe confere a tolerância ao herbicida glifosato; e a soja Intacta RR2 Pro (IPRO), segunda geração de soja transgênica, que possui como diferencial a resistência contra o ataque de insetos, mas inclui o pagamento de royalties, podendo onerar o custo de produção agrícola. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa consistiu na estimação, análise e comparação dos custos de produção e da lucratividade associados ao cultivo das duas gerações de soja transgênica. A hipótese adotada é que o cultivo da soja IPRO proporciona uma lucratividade superior à do cultivo da soja RR, em virtude de seu potencial de ampliação da produtividade. Para alcançar o objetivo proposto, foi realizado um estudo de caso que consistiu no acompanhamento de todo o processo de cultivo da oleaginosa em duas propriedades rurais, no município de Sulina-PR, na safra 2019/2020. Assim, foram identificados os principais custos variáveis de produção relacionados aos insumos e operações mecanizadas demandadas, bem como a produtividade e a lucratividade associadas aos dois cultivos. Os resultados revelaram que ambos os sistemas de cultivo estudados foram viáveis economicamente para os produtores analisados na referida safra, sendo o custo total de produção relacionado ao cultivo da soja transgênica IPRO superior ao do cultivo da soja RR. Quanto aos lucros verificados, estes também foram superiores no caso do cultivo detentor da biotecnologia IPRO, em decorrência da maior produtividade gerada, o que corroborou a hipótese considerada.

Palavras-chave: Oleaginosa. Biotecnologia. Lucratividade. Produtividade.

Abstract

The soybean crop stands out as the main oilseed consumed and produced worldwide due to its diverse applications. In order to reach growing soybeans seeds demand new agricultural technologies have been employed, such as the use of transgenic seeds. The genetically modified soybean cultivars available on market are divided into two categories: Roundup Ready (RR), which is the first generation of transgenic soybean seeds, having a biotechnology that gives plants tolerance to glyphosate herbicide and Intacta RR2 Pro (IPRO), the second generation of transgenic soybean seeds. Nonetheless, their use includes the payment of royalties, which can increase the production's costs. In this context, the objective of this research was to estimate, analyze and compare production's costs and profitability of the two generations of transgenic soybean seeds (RR and IPRO). The hypothesis is that IPRO seeds provide a higher profitability than RR seeds due to its genetically potential yield. To achieve the proposed objective, a case study in the municipality Sulina-PR, in the 2019/2020 harvest was carried out consisting in to monitor the entire process of soybeans crop in two farmers. The main variable production costs related to the inputs and mechanized operations required were identified as well as the yield and profitability provided by the two farmers. The results of the research revealed that both systems studied were economically viable for the producers analyzed, with the total production's cost of IPRO higher than RR seeds. The verified profits were also higher for IPRO than RR seeds due to the higher yield, which corroborated the hypothesis considered.

Key words: Oilseed. Biotechnology. Profitability. Yield.



1. Introdução

A agricultura é a atividade econômica produtiva mais antiga que a humanidade conhece, estando associada ao surgimento das primeiras organizações humanas, as quais através de práticas agrícolas rudimentares iniciaram, por volta de 10.000 a.C., o cultivo da terra e a produção de alimentos para a satisfação de suas próprias necessidades.

Com o passar dos anos, em função do crescente aumento da população mundial, ampliou-se a demanda por fontes de nutrientes para consumo humano e assim, a produção de alimentos destinada à subsistência foi sendo substituída por uma agricultura comercial, caracterizada pela industrialização dos produtos rurais, utilização intensiva de máquinas e insumos químicos, padronização dos sistemas produtivos e consolidação de grandes empresas agroindustriais. Tais inovações contribuíram para o surgimento, em 1957, de um novo setor econômico: o agronegócio.

Segundo Crepaldi (2016), o agronegócio é um dos setores que mais tem crescido a nível mundial nos últimos anos, pois engloba todos os equipamentos, técnicas e serviços associados, direta ou indiretamente, à produção agropecuária. No caso do Brasil, é considerado o motor da economia por apresentar grande capacidade de geração de empregos e renda, representando 20,9% do Produto Interno Bruto (PIB) do ano de 2019, conforme dados divulgados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2020).

Nesse sentido, a cultura da soja se destaca como um dos principais produtos da cadeia do agronegócio, sendo a oleaginosa mais consumida e produzida no mundo em decorrência de seu elevado potencial produtivo e alto valor nutritivo, o que possibilita diversas aplicações na alimentação humana e animal e também na composição de produtos industriais e biocombustíveis. A soja constitui o produto de maior importância no cenário de produção e exportação brasileiras, tendo um peso relevante na balança comercial nacional.

O contínuo crescimento da demanda global por alimentos, promove grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias que buscam um melhor aproveitamento da área agrícola por meio do aumento da produtividade, considerando a preservação do meio ambiente. Dentre os principais avanços tecnológicos recentes estão a criação de novos fertilizantes, defensivos agrícolas e plantas geneticamente modificadas, também denominadas de transgênicas, as quais, por meio da intervenção humana, tornam-se capazes de expressar características adicionais às da planta original e oriundas de outros seres vivos, como a resistência a determinadas doenças, herbicidas e insetos praga.

Com relação à soja, o atual mercado de cultivares geneticamente modificadas é muito amplo, tendo disponíveis diversas variedades. Apesar de possuírem características particulares e serem adaptadas às condições ambientais das diferentes regiões e sistemas de cultivo, tais cultivares podem ser divididas de acordo com a biotecnologia utilizada no desenvolvimento de suas sementes, em duas categorias ou gerações de transgenia, a saber, Roundup Ready (RR) e Intacta RR2 Pro (IPRO). A primeira possui como propriedade transgênica, a tolerância ao herbicida glifosato, o que permite ao agricultor a aplicação deste produto no cultivo da oleaginosa, mesmo após a semeadura. Já a segunda, expressa como característica adicional propiciada pela transgenia, além da tolerância ao herbicida glifosato, a resistência contra o ataque das principais lagartas que invadem a cultura da soja, reduzindo a utilização de agroquímicos para o controle de insetos.

A soja IPRO começou a ser cultivada no Brasil na safra 2013/2014, enquanto a RR já vem sendo cultivada desde 1998. Apesar da grande difusão da soja transgênica detentora da biotecnologia IPRO e das promessas de maior produtividade a ela relacionadas, conforme mencionado por Goffi (2014), os resultados econômicos desta cultivar apresentam-se ainda



controversos, já que o cultivo da mesma por parte dos produtores inclui o pagamento de royalties, o que pode onerar o custo de produção.

Vale ressaltar que o êxito de qualquer atividade rural não depende exclusivamente da ampliação da produtividade, mas também da contínua manutenção e maximização dos lucros, já que a produção agrícola em geral, gera custos volumosos aos agricultores devido aos diversos insumos e serviços demandados, além de possuir sérios riscos de produção e comercialização. Dessa maneira, é fundamental ao empresário rural o planejamento das suas atividades produtivas por meio do controle dos custos de produção e da estimação dos lucros alcançados. Por isso, compete ao produtor de soja avaliar se a adoção da soja IPRO para cultivo é viável ou não, levando em consideração tanto o possível aumento na produtividade quanto o pagamento dos royalties e o manejo facilitado pela menor utilização de inseticidas.

Diante disso, a questão que direciona esta pesquisa é: Qual a diferença apresentada no cultivo das duas gerações de soja transgênica (Roundup Ready e Intacta RR2 Pro), no que diz respeito à lucratividade? Assim, o objetivo desta pesquisa consiste na estimação, análise e comparação dos custos de produção e da lucratividade associados ao cultivo das duas gerações de soja transgênica. Para alcançar o objetivo, será realizado um estudo de caso no município de Sulina, situado no estado do Paraná, na safra 2019/2020, onde serão analisados dois produtores de soja, os quais são diferenciados de acordo com a geração de soja transgênica cultivada. Nesse sentido, a hipótese adotada considera que o cultivo da soja IPRO proporciona uma lucratividade superior à do cultivo da soja RR, em virtude de seu potencial de ampliação da produtividade.

O desenvolvimento desta pesquisa justifica-se pela necessidade de auxiliar os produtores de soja no gerenciamento de sua atividade econômica, fornecendo uma estimativa dos custos de produção bem como da produtividade média por hectare e da consequente lucratividade propiciada pelas duas gerações de soja transgênica disponíveis, no mercado, para cultivo. Dessa maneira, esta introdução constitui a primeira seção do presente trabalho, o qual encontra-se dividido em mais quatro seções, a saber, revisão bibliográfica, metodologia, resultados e discussão e considerações finais.

2. Uma breve revisão sobre a soja

A soja (*Glycine max*) é uma das mais antigas espécies agrícolas cultivadas pela humanidade. Originária do leste da Ásia, foi cultivada inicialmente na parte central da China, sendo considerada um grão sagrado junto com o arroz, o trigo, a cevada e o milho. De acordo com relatos presentes na literatura chinesa, o registro mais antigo de plantio e utilização da leguminosa como alimento data de 2838 a.C., entretanto, supõe-se que ela já vinha sendo consumida vários séculos antes, devido à existência de documentos datados de 2207 a.C. que apresentam indicações sobre sua aplicação, épocas de cultivo e colheita, além de métodos de armazenamento (BONATO E BONATO, 1987).

Depois da China, oleaginosa expandiu-se para o Japão e a Coreia, sendo introduzida na Europa no final do século XV. Na América chegou no início do século XIX. Especificamente no Brasil, foi introduzida em 1882 e, depois de aproximadamente 90 anos (meados de 1970), o Brasil conquistou o segundo lugar entre os maiores produtores mundiais da soja, passando a se destacar, a partir de 1980, como exportador global da mesma. Dados da Conab (2020) demonstram que no ano agrícola 1976/77, foram produzidas, no Brasil, cerca de 12,145 milhões de toneladas de soja, em uma área plantada de 6,949 milhões de hectares com uma produtividade de 1.747,73 quilogramas por hectare. Vinte anos depois, na safra 1996/97, a produção da leguminosa no país correspondeu a 26,161 milhões de toneladas, o que constituiu em um aumento de 63,78%, a área plantada, por sua vez, equivaleu a 11,381



milhões de hectares, caracterizando um acréscimo de 115,40%, enquanto que a produtividade de 2.298,66 kg/ha, apresentou um incremento de 31,52%. Passados mais vinte e três anos, na safra 2019/2020, o país produziu 124,845 milhões de toneladas de soja, distribuídas em 36,948 milhões de hectares com uma produtividade equivalente a 3.378,94 kg/ha. Esses valores quando comparados aos obtidos na safra 1976/77 representam, respectivamente, um crescimento de 431,70%; 927,95% e 93,33%.

Segundo Hirakuri e Lazzarotto (2014), o processo de consolidação da sojicultura foi o principal responsável pela adoção do conceito de agronegócio no Brasil, pois ao movimentar grande volume físico e financeiro, exigiu a necessidade de visão empresarial da atividade por parte dos produtores rurais, das agroindústrias e dos fornecedores de insumos, interessados em manterem-se competitivos no mercado. Além disso, o cultivo da soja possibilitou o desenvolvimento de toda uma cadeia produtiva, composta por estruturas de armazenagem, transporte e exportação bem como por unidades de processamento, tanto do grão quanto de seus derivados, vindo a favorecer outros setores econômicos.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a soja é a cultura brasileira que detém a maior área cultivada, representando, em 2019, 44,26% da área total ocupada com lavouras (temporárias e permanentes) no país. Os estados brasileiros que mais produziram soja na safra 2019/2020, foram, respectivamente: Mato Grosso, com 35,885 milhões de toneladas produzidas; Paraná com uma produção de 21,598 milhões de toneladas e Goiás com 13,159 milhões de toneladas colhidas. Os três estados juntos representaram cerca de 55% da produção nacional (CONAB, 2020).

Especificamente ao estado do Paraná, semelhante ao que acontece no país, a cultura da soja assume grande importância na economia. Segundo dados disponibilizados pelo IBGE (2020), a soja é cultivada em larga escala no Estado, ocupando, em 2019, 51,4% da área destinada ao plantio de lavouras temporárias. Além disso, o cultivo da oleaginosa, no referido ano, foi responsável por 46,74% do valor total gerado pela produção agrícola estadual, o que correspondeu a R\$ 18,95 bilhões.

A sojicultura também é essencial para a manutenção das divisas de exportação paranaenses. No ano de 2019, as vendas externas dos produtos relacionados ao complexo da oleaginosa somaram US\$ 4,79 bilhões, representando 38% do valor total das exportações estaduais do agronegócio. A soja em grão, por sua vez, foi a responsável pela maior parcela das vendas externas gerais do Estado, em 2019, com participação de 21% e cerca de 9,62 milhões de toneladas exportadas, o que resultou num montante de US\$ 3,4 bilhões. Esses dois últimos valores representam, respectivamente, 12,9% da quantidade total de soja em grãos exportada pelo país em 2019 e 13,8% da receita nacional obtida com tais exportações no mesmo ano (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

Mas o grande e rápido crescimento da produção de soja no Brasil e no Paraná, não decorreu apenas da expansão das áreas destinadas ao cultivo, sendo influenciado também pelo aumento da produtividade agrícola. Nesse contexto, destacam-se as práticas agrícolas adotadas a partir da década de 1960, caracterizadas pela mecanização e uso de insumos químicos. Nesse novo ambiente, houve aumento dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), resultando na revolução genética que propiciou o cultivo de plantas transgênicas.

Segundo Silva (2016), o termo transgênico é sinônimo de Organismo Geneticamente Modificado (OGM), referindo-se a seres vivos que possuem alguma alteração em seu material genético decorrente da inserção de um ou mais genes oriundos de outro ser, através de técnicas de engenharia genética ou biotecnologia. Isso o torna capaz de expressar características até então exclusivas de outro organismo e obter vantagens frente ao meio em



que se desenvolve. As primeiras inovações resultantes do uso da transgenia datam da década de 1980, sendo relacionadas ao setor farmacêutico, a exemplo da utilização de bactérias na produção de insulina artificial compatível à humana.

O plantio comercial de alimentos transgênicos teve início nos Estados Unidos, em 1994, com o desenvolvimento de uma variedade de tomate que possuía como característica diferenciada, uma maior vida útil. Dois anos depois, em 1996, novas culturas geneticamente modificadas passaram a ser cultivadas, como a soja tolerante a herbicida que teve um papel fundamental na consolidação definitiva dessa tecnologia na agricultura. A Argentina foi a segunda nação a adotar esse tipo de cultivo, o que ocorreu em 1997. No Brasil, por outro lado, apesar do pedido feito, em 1998, pela empresa norte-americana Monsanto, para liberação da venda das sementes de soja transgênica no mercado nacional, a aprovação do plantio comercial de cultivares OGM envolveu uma série de discussões e conflitos (COLI, 2011).

Após essas discussões, ocorreram diversas medidas provisórias e leis para que, em 2005¹, fosse autorizado de maneira definitiva o plantio e a comercialização dos alimentos derivados de processos biotecnológicos no Brasil. Dessa maneira, a utilização de cultivares transgênicas começou a se expandir pelos estados brasileiros, sendo adotada rapidamente pelos principais produtores rurais. Na safra 2005/2006, a soja era a única cultura geneticamente modificada cultivada no país, ocupando uma área de 9,2 milhões de hectares. Com o passar dos anos, essa área aumentou e novas variedades transgênicas, como as de milho e algodão passaram também a serem cultivadas no território nacional.

Segundo Vargas (2013), as principais variedades transgênicas da soja cultivadas comercialmente no Brasil podem ser classificadas em dois grupos, conforme a biotecnologia presente em suas sementes. O primeiro grupo é constituído pelas cultivares geneticamente modificadas que se diferenciam da planta convencional por possuírem como característica adicional, a tolerância a herbicidas. O segundo grupo é composto pelas variedades transgênicas de soja que apresentam além da tolerância a herbicidas, a resistência a lagartas.

Conforme Carvalho (2015), as cultivares de soja tolerantes a herbicidas mais utilizadas pelos produtores brasileiros, possuem a biotecnologia RR, característica da primeira geração da soja transgênica que foi desenvolvida ainda em 1996, nos Estados Unidos, pela empresa transnacional Monsanto, com o propósito de facilitar o manejo das plantas daninhas existentes nas lavouras. Tais plantas afetam o crescimento da cultura e a qualidade dos seus grãos ao competirem com ela por nutrientes, água e luz solar.

A soja RR é tolerante aos herbicidas à base de glifosato, como o Roundup comercializado pela Monsanto, em virtude de um gene presente em seu material genético, o qual foi isolado de uma bactéria do solo, denominada *Agrobacterium spp* e inserido no genoma da soja convencional através de técnicas de engenharia genética. Isso possibilita ao agricultor, a substituição de vários pesticidas até então necessários ao controle das ervas daninhas por apenas um, já que o glifosato poderá ser pulverizado sobre a soja, em qualquer estágio de cultivo, sem lhe causar danos (CARVALHO, 2015).

Já as variedades transgênicas de soja que apresentam, ao mesmo tempo, as características de tolerância a herbicidas e resistência a insetos, correspondem à segunda geração de soja geneticamente modificada e possuem em sua maioria, a biotecnologia IPRO, desenvolvida pela Monsanto especialmente para o Brasil, com a intenção de ampliar a produtividade das lavouras da leguminosa e auxiliar os produtores no combate às principais espécies de lagartas que acometem as plantações, provocando a queda das folhas, prejudicando o cultivo como um todo. Essa biotecnologia foi aprovada em agosto de 2010

¹ Lei nº 11.092 de 2005, que consistiu em uma nova Lei de Biossegurança.



pela legislação brasileira e começou a ser comercializada a partir da safra 2013/2014 (PALAZIM, 2018).

Assim, ainda de acordo com o referido autor, a cultivar IPRO diferencia-se da RR por expressar além do gene de tolerância ao glifosato, a proteína Cry1Ac, proveniente da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt). Tal proteína é capaz de ligar-se ao tubo digestivo das lagartas que tentam se alimentar das folhas da oleaginosa, ocasionando a sua morte. Em função disso, o número de aplicações de pesticidas nas plantações de soja diminui e, consequentemente, os custos com o controle de insetos também tornam-se menores.

Segundo Costa (2015), a Monsanto incorporou o material genético relacionado às biotecnologias RR e IPRO, às cultivares de outras empresas espalhadas pelo mundo todo, por meio de contratos de pesquisa, a pedido das mesmas. Dentre estas empresas, pode-se citar algumas como a Pioneer, a Syngenta, a TMG, a Basf, a Embrapa, a Brasmex, a Corteva e a Nidera, que por sua vez, tornam-se licenciadoras da tecnologia desenvolvida e patenteada pela transnacional e passam a obter as sementes transgênicas de soja através de cruzamentos com as variedades originais da cultura, podendo comercializá-las desde que os *royalties* arrecadados junto aos agricultores que adquirem estas sementes para cultivo, sejam repassados à Monsanto².

2.1 Estudos correlatos

Nesse contexto de duas gerações de soja transgênica, estudos são feitos com a intenção de analisar as divergências presentes no cultivo de variedades geneticamente modificadas relacionadas à primeira e à segunda geração. Dessa maneira, a bibliografia levantada para a elaboração do presente estudo é constituída, em sua maioria, por pesquisas que realizam uma comparação entre duas ou mais cultivares transgênicas de soja, portadoras das biotecnologias Roundup Ready e Intacta RR2 Pro. Estas pesquisas utilizam dados primários e levam em consideração os custos de produção relacionados ao processo produtivo bem como a produtividade alcançada e os lucros proporcionados, de forma individual, por cada uma das variedades cultivadas.

Carvalho (2015) efetuou um estudo de caso na região sudeste do Estado do Mato Grosso durante a safra de soja 2013/2014, tendo como objetivo investigar o processo de produção do grão e verificar a viabilidade econômica de duas categorias transgênicas da leguminosa. Para isso, analisou seis propriedades agrícolas situadas em diferentes municípios da região, onde foram cultivadas, ao mesmo tempo, variedades de soja com as biotecnologias Roundup Ready e Intacta RR2 Pro. Ao final do estudo, concluiu que a cultivar IPRO em comparação à RR, permitiu uma redução dos custos de produção em função do baixo uso de inseticidas, além de ser mais produtiva, gerando consequentemente, lucros maiores.

Costa (2015), realizou uma análise na cidade de Santa Maria, Distrito Federal, com o intuito de comparar algumas características morfológicas, custos de produção e produtividade relacionados às duas gerações de soja transgênica (RR e IPRO) cultivadas na safra 2014/2015. Dessa maneira, utilizou dados referentes ao cultivo de ambas praticado em uma fazenda local. Como resultado, percebeu que a cultivar portadora do gene de resistência às lagartas teve um custo de produção superior bem como uma produtividade mais elevada.

Goffi et al. (2017) desenvolveram uma pesquisa a campo com o propósito de avaliar a viabilidade econômica de variedades de soja transgênica detentoras das biotecnologias IPRO

² Em 07 de junho de 2018, a empresa Bayer S. A. concluiu a aquisição da transnacional Monsanto, a qual teve seu nome suprimido a partir desta data. Assim, a Bayer tornou-se a responsável pelos acordos vigentes de licenciamento da biotecnologia Intacta RR2 Pro bem como pelo recebimento dos *royalties* a ela associados (BAYER, 2018).



e RR cultivadas na safra 2014/2015, no município de Três Palmeiras, no Rio Grande do Sul, considerando informações de custos de produção e produtividade apresentadas por uma propriedade local, onde foram cultivadas variedades pertencentes às duas gerações de soja OGM. Desse modo, chegaram à conclusão de que a variedade pertencente à segunda geração de soja transgênica obteve um custo de produção maior em comparação à variedade da primeira geração devido ao preço elevado de suas sementes que incluem o pagamento de royalties. Ainda assim, a cultivar IPRO gerou a maior lucratividade por apresentar uma produtividade superior.

Jasper (2017), por sua vez, conduziu um estudo durante a safra 2015/2016, no município de Cafelândia, situado na região oeste do Paraná, visando avaliar o desempenho agrônomo da soja transgênica resistente a insetos. Para isso, utilizou dados referentes ao cultivo de cinco cultivares de soja realizado em uma mesma propriedade, sendo que quatro delas apresentavam a biotecnologia Intacta RR2 Pro e apenas uma possuía a biotecnologia Roundup Ready. Assim, conseguiu perceber diferenças significativas de produtividade entre as variedades, sendo a variedade RR a responsável pela menor produtividade alcançada.

Keleski *et al.* (2018) verificaram os custos de produção e índices de produtividade para três tipos de cultivo, convencional, transgênico RR e transgênico Intacta PRO, efetuados conjuntamente em uma propriedade localizada no município de Roncador, no estado do Paraná, na safra 2013/2014, com o intuito de enfatizar a viabilidade econômica da cultura da soja. Nesse sentido, as principais diferenças encontradas foram os custos de produção, os quais foram menores para a transgênica IPRO e maiores para a soja convencional, ficando a transgênica RR em um nível intermediário. Por outro lado, o preço de comercialização foi igual para as três cultivares, acrescido de um bônus de R\$ 7,00 por saca para a soja convencional, o que a tornou um pouco mais lucrativa que as demais, mesmo detendo o maior custo total de produção.

Diante disso, a presente pesquisa pretende contribuir para avanços nesse campo de investigações, buscando determinar, através de dados primários, informações a respeito dos custos de produção, produtividade e lucratividade associados ao cultivo das duas gerações de soja transgênica em uma determinada safra e região geográfica, onde há carência de estudos relacionados a esse tema.

3. Metodologia

O objeto de estudo da presente pesquisa consiste em uma comparação entre os sistemas de cultivo de soja transgênica RR e IPRO, realizados na safra 2019/2020 no município de Sulina, estado do Paraná. Dessa maneira, esta pesquisa constitui-se em uma análise do processo que envolve a produção do grão, levando em consideração o plantio, os tratos culturais necessários, a colheita e o transporte, de forma a enfatizar os principais custos de produção, a produtividade e a lucratividade proporcionados por cada cultivo.

O município de Sulina, objeto deste estudo está localizado entre as coordenadas geográficas 25°70'S de latitude e 52°73'W, fazendo parte da mesorregião Sudoeste do estado do Paraná, bem como da microrregião de Pato Branco. Fundado em 1989, possui uma área de 174,682 km² e população estimada de 2.981 habitantes, sendo que cerca de 60% destas pessoas residem na área rural, exercendo atividades agropecuárias (IPARDES, 2019).

A escolha do referido município para a realização do presente estudo, deve-se a importância exercida pela cultura da soja na economia local, pois de acordo com dados disponibilizados pela SEAB (2020), o cultivo da soja foi responsável no ano de 2019 por 49,4% de toda a produção agrícola municipal, constituindo 68,6% do VBP relacionado à



agricultura. Além disso, no mesmo ano, o plantio da soja representou cerca de 43,70% do total das lavouras existentes no município (IBGE, 2020).

A amostra utilizada no desenvolvimento desta pesquisa não seguiu nenhum critério de seleção preestabelecido, sendo selecionados produtores locais de soja em função da biotecnologia utilizada no cultivo e da disponibilidade e consentimento em participar do estudo. Nesse sentido, foram analisadas duas propriedades rurais, considerando que em uma delas foi adotado o cultivo de soja transgênica com a biotecnologia RR enquanto na outra, implementou-se o cultivo da soja detentora da biotecnologia IPRO.

A localização das duas propriedades analisadas pode ser visualizada na Figura 1. A Propriedade 1 representa o cultivo da soja RR e a Propriedade 2, designa o cultivo da soja IPRO. O tamanho da área ocupada com a plantação da leguminosa em cada uma das duas propriedades corresponde, respectivamente, a 9 e 12 hectares.

Figura 1 – Localização das propriedades analisadas



Fonte: Google Earth (2020).

A distância entre as duas propriedades equivale a cerca de 5 km. Em decorrência disso, elas estão sujeitas as mesmas condições edafoclimáticas, apresentando semelhanças no que diz respeito ao tipo de solo, relevo, regime de chuvas, temperaturas médias, umidade do ar, pressão atmosférica e demais características que podem afetar a produção.

A coleta dos dados referentes ao sistema de cultivo, custos de produção e produtividade necessários à elaboração do estudo foi feita junto aos proprietários rurais, durante o período de outubro de 2019 a março de 2020, sendo realizada de maneira informal, por meio de entrevistas não estruturadas, o que possibilitou uma maior liberdade aos entrevistados. Assim, acompanhou-se todo o decorrer do processo produtivo, que inicia-se antes do plantio e se estende até a colheita, transporte e comercialização dos grãos. Também foram consultados notas fiscais, anotações e documentos relacionados ao assunto pesquisado, os quais foram disponibilizados pelos produtores analisados.

3.1 Custos de produção

Segundo Franco *et al.* (2011), o termo custo de produção corresponde ao somatório de todos os valores atribuídos aos recursos e operações utilizados no processo produtivo de determinado bem ou serviço, expressos em unidades monetárias. No que se refere às atividades rurais, Crepaldi (2016), denominou tais custos como sendo todos os gastos



relacionados com a cultura, direta ou indiretamente, como sementes, fertilizantes, defensivos, operações mecanizadas e mão-de-obra. Outra definição é feita pela CONAB (2010) que considera o custo de produção agrícola como a soma dos valores de todos os insumos e serviços necessários ao exercício de uma atividade agrícola em certo período de tempo, geralmente uma safra.

De acordo com Crepaldi (2016), a prática da agricultura envolve grande complexidade em decorrência dos riscos e incertezas próprias do setor rural associadas a dependência do clima, características de oligopólio e oligopsônio da indústria de insumos e implementos, instabilidade dos lucros e da renda em razão de possíveis alterações de produtividade e preços de comercialização dos produtos, dificuldade de acesso ao crédito, entre outras. Ademais, a atividade agrícola necessita de períodos relativamente longos para se desenvolver, o que exige, por parte do agricultor, o domínio de distintas etapas de produção, as quais incluem preparo do solo, plantio, tratos culturais, colheita, transporte e armazenamento.

Nesse sentido, segundo Menegatti e Barros (2007), a mensuração dos custos de produção assume grande importância, podendo ter várias finalidades e adquirir diferentes aspectos. Para o setor público, permite a formulação e implementação de políticas, como a determinação de preços mínimos e a disponibilidade de crédito para financiamento. Para o produtor rural serve como indicativo de sua administração, fornecendo informações essenciais ao controle, gerenciamento, tomada de decisão e análise da rentabilidade da atividade econômica exercida. Para obter sucesso com uma unidade produtiva agrícola e manter-se competitivo no mercado, o agricultor precisa ter conhecimento dos valores gastos com insumos e serviços em cada etapa de cultivo, o que possibilita uma melhor gestão da propriedade e a solução de problemas que venham a ocasionar eventuais prejuízos.

Dessa maneira, o cálculo do custo de produção de uma cultura busca estabelecer os dispêndios relacionados ao seu processo produtivo, o que inclui os valores associados ao padrão tecnológico adotado e as despesas com mão-de-obra, insumos, máquinas e implementos demandados durante as diferentes fases de cultivo. De acordo com a CONAB (2010), a análise de tais custos deve especificar as quantidades de cada insumo e serviço demandado por unidade de área (hectare), que resulta em um determinado grau de produtividade. Tais quantidades mencionadas sofrem influência direta de fatores ambientais como solo, topografia e clima e são chamadas de coeficientes técnicos, sendo expressas em litros, toneladas, quilogramas (sementes, defensivos, corretivos e fertilizantes), em dias de trabalho (humano ou animal) e em horas (máquinas e equipamentos). O custo de cada item empregado no desenvolvimento da atividade produtiva é obtido através da multiplicação de seu coeficiente técnico pelo seu respectivo preço de aquisição.

Os custos podem ser divididos em diferentes grupos. Segundo Bragagnolo *et al.* (2007), os custos são agrupados de acordo com sua função no processo de produção, em três categorias, a saber, variáveis, fixos e total. Os primeiros são aqueles que integram a atividade produtiva e por isso dependem da quantidade produzida, variando com a alteração do volume de produção. Em outras palavras, correspondem aos recursos consumidos no curto prazo, os quais incorporam-se totalmente ao produto. Assim, no caso da agricultura, resultam da soma dos dispêndios com insumos, mão-de-obra temporária e permanente e operações mecanizadas. Na contabilidade, são chamados de custos diretos, pois não necessitam de rateios para serem incluídos aos produtos agrícolas, bastando serem expressos em medidas de consumo (quilos, litros, horas).

Os custos fixos, por sua vez, são caracterizados pelas despesas que independem do processo produtivo, não sofrendo alterações com o aumento ou redução do volume produzido. Por esse motivo, são chamados pela contabilidade de custos indiretos, necessitando de rateios,



estimativas e cálculos para serem incorporados aos produtos agrícolas. Dentro desse grupo, estão as despesas com aluguéis, depreciações, seguros e manutenção de máquinas bem como os impostos e as taxas referentes a propriedade rural. Mesmo sendo fixos, podem mudar de valor no decorrer do tempo, como no caso dos aluguéis. Por fim, merece destaque o custo total que é representado pela soma dos custos variáveis e fixos (CONAB, 2010).

Nesse sentido, a presente pesquisa utilizou para a determinação dos custos de produção, a definição de custos variáveis, o que foi feito com base na metodologia desenvolvida por Palazim (2018) que calculou os custos variáveis de produção, por hectare, da soja IPRO cultivada em 2017 no município de Cândido Mota, situado no Estado de São Paulo. Tal metodologia, apresenta os principais custos variáveis de produção associados ao cultivo da soja, dividindo-os em insumos (sementes, fertilizantes, herbicidas, fungicidas e inseticidas) e operações mecanizadas e transporte.

Em relação aos insumos, a escolha do tipo de semente é muito importante, pois definirá grande parte das etapas que virão posteriormente. Por isso, os dois produtores de soja estudados foram classificados de acordo com a variedade de semente escolhida para o plantio. O Produtor 1 optou por uma cultivar portadora da biotecnologia RR, expressando como característica transgênica apenas a tolerância ao herbicida glifosato. O Produtor 2, por sua vez, cultivou uma variedade que manifesta além da tolerância ao glifosato, a resistência às principais lagartas que atacam a cultura da oleaginosa em função da biotecnologia IPRO.

No que se refere aos fertilizantes empregados nos cultivos de soja investigados, estes podem ser divididos, conforme mencionado por Jasper (2017), em dois tipos, químico e foliar. Ambos possuem a finalidade de fornecer nutrientes essenciais para o crescimento saudável da planta. O fertilizante químico é aplicado juntamente com as sementes durante o processo de plantio. O fertilizante foliar, por outro lado, é aplicado quando a cultura já está na fase de desenvolvimento.

Quanto à utilização de herbicidas por parte dos produtores analisados, foram feitas aplicações em três momentos distintos, a saber, dessecação pré-semeadura, pós-emergência e dessecação pré-colheita. Na dessecação pré-semeadura, utilizou-se o herbicida para eliminar as plantas daninhas existentes na lavoura, deixando-a limpa para o plantio. Num segundo momento, tal agroquímico foi aplicado após a emergência da soja, para controle de plantas daninhas. Por fim, foi feita a dessecação pré-colheita para uniformizar a maturação dos grãos e manter sua qualidade.

Já os fungicidas empregados nos dois cultivos de soja estudados foram aplicados em ambas as lavouras com o intuito de evitar o surgimento de doenças ocasionados por fungos. Dentre tais doenças, as mais comuns são a ferrugem asiática e a antracnose.

Por fim, no que diz respeito aos inseticidas usados pelos produtores de soja pesquisados, existem diferenças quanto a finalidade de utilização. No cultivo desempenhado pelo Produtor 1 foram realizadas aplicações desses defensivos com o propósito de impedir o ataque de lagartas e percevejos à lavoura, enquanto no cultivo efetuado pelo Produtor 2 aplicaram-se inseticidas apenas para combater os percevejos, pois a biotecnologia associada a este cultivo confere à cultura da soja a resistência ao ataque de lagartas.

Os dois produtores contrataram os serviços correspondentes às operações mecanizadas e ao transporte relacionados ao cultivo da soja por não possuírem as máquinas e equipamentos necessários. Tais operações podem ser divididas em três grupos: plantio, aplicação de agroquímicos (herbicidas, fertilizantes foliares, fungicidas e inseticidas) e colheita e transporte.

Com relação às operações mecanizadas e transporte, tanto o plantio quanto a aplicação de agroquímicos são mensurados com base em horas-máquina, as quais podem apresentar



variação de custo conforme o tipo do trator e do implemento agrícola utilizados. Vale ressaltar que no caso dos produtores analisados, os agroquímicos demandados foram aplicados conjuntamente em um mesmo procedimento.

No que se refere à colheita e ao transporte, a apuração dos custos sofre influência da produtividade obtida. Em ambos os cultivos investigados, os dispêndios com a colheita foram calculados de acordo com a quantidade total produzida, correspondendo a um determinado valor percentual do total de grãos colhidos. Já o valor pago pelo transporte da produção de soja, nos dois sistemas de cultivo, foi estimado através de um preço unitário definido por saca de 60 kg transportada, o qual dependeu da distância percorrida da propriedade até o local de entrega da produção agrícola. As duas propriedades investigadas distanciam-se em cerca de 4 quilômetros da unidade da cooperativa agroindustrial onde a soja colhida foi entregue.

3.2 Lucratividade

De acordo com Carvalho (2015), a lucratividade é um dos principais indicadores que possibilitam o conhecimento dos ganhos financeiros proporcionados por uma determinada atividade econômica, expressando o montante obtido após o desconto dos dispêndios necessários ao seu desenvolvimento. No caso das atividades agrícolas, segundo Tarumoto (2010), a lucratividade irá demonstrar se o valor resultante da venda dos produtos é suficiente para cobrir os custos de produção e gerar algum retorno, além de estimar a taxa percentual que constituirá a remuneração do produtor rural. Dessa maneira, optou-se por analisá-la através de três indicadores, a saber, receita bruta, lucro operacional e índice de lucratividade.

Conforme Keleski *et al.* (2018), a receita bruta representa o faturamento de uma empresa oriundo da comercialização de seus bens ou serviços, demonstrando a quantidade de dinheiro obtida em determinado período de tempo. No que se refere à agricultura, a receita bruta é caracterizada pelo valor monetário proveniente da venda da produção e pode ser calculada através da multiplicação da produtividade por hectare, geralmente expressada em quilogramas ou sacas, pelo preço unitário de venda (CARVALHO, 2015).

Já o lucro operacional, segundo Crepaldi (2016), equivale à diferença positiva entre a receita bruta resultante da venda dos produtos ou serviços e os dispêndios envolvidos no processo de produção, caso contrário, tem-se prejuízo. De acordo com Tarumoto (2010), nas atividades agropecuárias, o lucro operacional é definido como o valor monetário resultante do desempenho das atividades produtivas descontado o custo total de produção.³

Por fim, o índice de lucratividade, corresponde à razão entre o lucro operacional e a receita bruta. Assim, seu valor em porcentagem equivale à remuneração do empresário ou produtor rural, pois demonstra a taxa disponível da receita da atividade econômica após o pagamento de todos os custos relacionados ao processo produtivo (CARVALHO, 2015).

4. Resultados e discussões

Em consonância com o que foi abordado na seção anterior, serão apresentados neste capítulo os dados relacionados aos principais custos variáveis de produção que compõem o processo de cultivo da soja transgênica realizado por dois produtores rurais no município de Sulina-PR, na safra 2019/2020. Tais custos foram divididos em insumos (sementes, fertilizantes, herbicidas, fungicidas e inseticidas) e operações mecanizadas e transporte.

³ No caso do presente estudo, será utilizado para o cálculo do lucro operacional, o custo variável total de produção em vez do custo total devido a metodologia adotada não considerar os custos fixos de produção, já que estes independem do processo produtivo e por isso, seriam despendidos pelos produtores mesmo que nenhum tipo de cultivo fosse realizado.



Iniciando pelo plantio, o mesmo ocorreu, no caso do cultivo realizado pelo Produtor 1, no dia 04 de outubro de 2019, tendo como cultivar utilizada, a NA 5909 RG desenvolvida pela Nidera Sementes. O produtor 2, por sua vez, cultivou a variedade BMX Raio 50152 RSF IPRO produzida pela Brasmax Genética, a qual foi semeada no dia 18 de outubro do mesmo ano. Ambas as variedades possuem alto potencial produtivo, apresentando, respectivamente, ciclos precoce e super precoce e foram semeadas através do sistema de plantio direto.

No que diz respeito aos custos de cada uma das sementes, a primeira variedade apresentou um valor correspondente a R\$ 4,00 por quilo enquanto a segunda custou R\$ 6,60 por quilo. Essa diferença de valores é explicada pela cobrança dos *royalties* agregados à biotecnologia IPRO, os quais já estão inclusos no preço das sementes que agregam tal tecnologia.

O Produtor 1 demandou uma quantidade de 50 kg de semente, por hectare. Já o Produtor 2, utilizou uma quantidade equivalente a 58 kg por hectare. Assim, o custo por hectare proveniente da utilização de cada tipo de semente corresponde, respectivamente, a R\$ 200,00 e R\$ 382,80, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Custos com sementes

PRODUTOR 1: ROUNDUP READY			PRODUTOR 2: INTACTA RR2 PRO		
Produto	Quantidade/ha	Valor/ha	Produto	Quantidade/ha	Valor/ha
NA 5909 RG	50 kg	R\$ 200,00	BMX Raio 50152 RSF IPRO	58 kg	R\$ 382,80

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa (2020).

Em relação ao uso de fertilizantes, nos dois cultivos de soja investigados, o fertilizante químico empregado no plantio foi composto por NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) e a quantidade aplicada por hectare, correspondeu a 230 quilogramas. Quanto aos fertilizantes foliares, estes foram utilizados em dois momentos distintos. No cultivo com a biotecnologia RR, realizou-se uma aplicação 20 dias após o plantio e outra 30 dias depois da primeira aplicação, utilizando o produto Fisioton na quantidade de 100 mililitros cada vez. Já no cultivo detentor da biotecnologia IPRO, a primeira aplicação foi feita 60 dias após o plantio com a utilização de 2,1 quilogramas do fertilizante Hakaphos Base e a segunda fez-se 25 dias depois, sendo usado o produto Hakaphos Violeta também na quantidade de 2,1 quilogramas.

Diante disso, os custos relacionados aos fertilizantes no cultivo da soja RR foram equivalentes a R\$ 490,08 por hectare, enquanto que no cultivo IPRO corresponderam a R\$ 492,58 por hectare, como pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 – Custos com fertilizantes

PRODUTOR 1: ROUNDUP READY			PRODUTOR 2: INTACTA RR2 PRO		
Produto	Quantidade/ha	Valor/ha	Produto	Quantidade/ha	Valor/ha
Heringer NPK 02-28-20	230 kg	R\$ 400,00	Mosaic NPK 02-23-23	230 kg	R\$ 425,50
Fisioton	200 ml	R\$ 90,08	Hakaphos Base	2,1 kg	R\$ 30,78
			Hakaphos Violeta	2,1 kg	R\$ 36,30
Total	--	R\$ 490,08	Total	--	R\$ 492,58

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa (2020).

Considerando os herbicidas usados pelos produtores analisados, na dessecação pré-semeadura, realizada cerca de 18 dias antes do plantio, o produto aplicado nas duas lavouras



foi o Roundup, na quantidade de 3 litros/ha no cultivo RR e 2,9 litros/ha no cultivo IPRO. A segunda aplicação de herbicidas ocorreu em torno de 20 dias após o plantio e os dois produtores, utilizaram, nesta etapa, novamente o Roundup na mesma quantidade já empregada anteriormente.

A dessecação pré-colheita, foi feita sete dias antes da colheita. Nas duas lavouras foi usado, nesta fase, o herbicida Reglone, numa quantidade de 2 litros por hectare. Dessa maneira, os custos associados aos herbicidas demandados nas três etapas mencionadas, nos dois tipos de cultivo, podem ser observados na Tabela 3, sendo R\$ 153,20 por hectare para a produção de soja RR e R\$ 155,04 por hectare para a soja IPRO.

Tabela 3 – Custos com herbicidas

PRODUTOR 1: ROUNDUP READY			PRODUTOR 2: INTACTA RR2 PRO		
Produto	Quantidade/ha	Valor/ha	Produto	Quantidade/ha	Valor/ha
Roundup	6,0 L	R\$ 97,20	Roundup	5,8 L	R\$ 101,04
Reglone	2,0 L	R\$ 56,00	Reglone	2,0 L	R\$ 54,00
Total	--	R\$ 153,20	Total	--	R\$ 155,04

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa (2020).

No que se refere aos fungicidas empregados nas lavouras de soja estudadas, percebe-se diferenças com relação ao tipo e número de aplicações. No caso do cultivo desempenhado pelo Produtor 1, foram efetuadas três aplicações de fungicidas, sendo que a primeira ocorreu 50 dias depois do plantio com o uso do produto Fox, na quantidade de 400 ml/ha e as outras duas realizaram-se em intervalos de 20 dias decorridos da aplicação anterior, utilizando, respectivamente, os produtos Elatus e Fusão EC nas quantidades de 200 g/ha e 750 ml/ha.

Já no cultivo desenvolvido pelo Produtor 2, por outro lado, foram feitas apenas duas aplicações de fungicidas. A primeira realizou-se 60 dias após o plantio com o uso conjunto dos produtos Fox e Unizeb Gold nas quantidades respectivas de 400 ml/ha e 2 kg/ha. A segunda aplicação foi efetuada cerca de 25 dias depois da primeira, tendo como fungicida empregado o Ativum na quantidade de 900 ml/ha.

Assim, os custos por hectare relacionados ao uso de fungicidas corresponderam a R\$ 273,20 para o cultivo RR e R\$ 283,12 para o cultivo IPRO, como evidencia a Tabela 4.

Tabela 4 – Custos com fungicidas

PRODUTOR 1: ROUNDUP READY			PRODUTOR 2: INTACTA RR2 PRO		
Produto	Quantidade/ha	Valor/ha	Produto	Quantidade/ha	Valor/ha
Fox	400 ml	R\$ 112,00	Fox	400 ml	R\$ 112,00
Elatus	200 g	R\$ 99,20	Unizeb Gold	2 kg	R\$ 45,62
Fusão EC	750 ml	R\$ 62,00	Ativum	900 ml	R\$ 125,50
Total	--	R\$ 273,20	Total	--	R\$ 283,12

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa (2020).

Por fim, os inseticidas usados pelos produtores de soja pesquisados também diferem quanto aos tipos e número de aplicações. No cultivo RR foram demandadas três aplicações. A primeira aplicação foi efetuada 50 dias após o plantio com o uso de 400 ml/ha do produto Dimax 480 SC, as demais, da mesma forma que as aplicações de fungicidas, seguiram



intervalos de 20 dias e utilizaram, respectivamente, os produtos Bold e Metomyl nas quantidades de 500 ml/ha e 1,2 L/ha.

No cultivo com a biotecnologia IPRO, foram realizadas apenas duas aplicações de inseticidas. A primeira aplicação ocorreu 60 dias depois do plantio com o emprego de 700 ml/ha do produto Talismã e a segunda foi feita após decorridos 25 dias da primeira, tendo como inseticida utilizado o Mustang 350 EC, na quantidade de 200 ml/ha.

Dessa maneira, o total dos custos com inseticidas usados no cultivo desenvolvido pelo Produtor 1 foi igual a R\$ 139,00 por hectare, enquanto que no cultivo praticado pelo Produtor 2 tais custos corresponderam a R\$ 81,45 por hectare, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Custos com inseticidas

PRODUTOR 1: ROUNDUP READY			PRODUTOR 2: INTACTA RR2 PRO		
Produto	Quantidade/ha	Valor/ha	Produto	Quantidade/ha	Valor/ha
Dimax 480 SC	400 ml	R\$ 18,00	Talisman	700 ml	R\$ 60,20
Bold	500 ml	R\$ 85,00	Mustang 350 EC	200 ml	R\$ 21,25
Metomyl	1,2 L	R\$ 36,00			
Total	--	R\$ 139,00	Total	--	R\$ 81,45

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa (2020).

Com relação às operações mecanizadas necessárias ao cultivo da soja, nos dois cultivos investigados, o plantio levou, em média, um tempo equivalente a 0,8 horas-máquina por hectare para ser executado. O custo despendido com o plantio, no caso do cultivo RR, correspondeu a R\$ 125,00 por hectare. Já no cultivo IPRO, foi igual a R\$ 120,00 por hectare.

A aplicação de herbicidas, fertilizantes foliares, fungicidas e inseticidas, nos sistemas de produção de soja analisados, demandou cerca de 0,33 horas-máquina por hectare para ser realizada. No cultivo RR foram feitas três aplicações, cada uma custou R\$ 40,00 por hectare, totalizando R\$ 120,00. No cultivo IPRO, efetuaram-se apenas duas aplicações e o custo de cada uma delas equivaleu também a R\$ 40,00 por hectare, resultando assim, em R\$ 80,00. Isso pode ser visualizado na Tabela 6.

Tabela 6 – Custos com operações mecanizadas e transporte

PRODUTOR 1: ROUNDUP READY			PRODUTOR 2: INTACTA RR2 PRO		
Operação	Quantidade/ha	Valor/ha	Operação	Quantidade/ha	Valor/ha
Plantio	0,8 HM	R\$ 125,00	Plantio	0,8 HM	R\$ 120,00
Aplicação de herbicidas, fertilizantes foliares, fungicidas e inseticidas.	1 HM	R\$ 120,00	Aplicação de herbicidas, fertilizantes foliares, fungicidas e inseticidas.	0,66 HM	R\$ 80,00
Colheita	--	R\$ 410,40	Colheita	--	R\$ 458,30
Transporte	--	R\$ 83,25	Transporte	--	R\$ 89,28
Total	--	R\$ 738,65	Total	--	R\$ 747,58

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa (2020).

Ainda de acordo com a Tabela 6, com relação à colheita, tanto no cultivo de soja efetuado pelo Produtor 1 quanto no cultivo feito pelo Produtor 2, o valor pago pelo serviço



correspondeu a 8% do total de grãos colhidos. A colheita da soja RR realizou-se no dia 05 fevereiro de 2020, enquanto que a colheita da soja IPRO, ocorreu no dia 29 do mesmo mês. Considerando o preço médio da saca de 60 kg de soja, no mês de fevereiro de 2020, de cerca de R\$ 77,00, conforme dados da SEAB (2020), os custos por hectare com a colheita, no cultivo RR, equivaleram a R\$ 410,40. Já no cultivo IPRO, foram iguais a R\$ 458,30 por hectare.

Diante do que foi exposto, os custos variáveis de produção relacionados aos cultivos de soja RR e IPRO analisados na safra 2019/2020, no município de Sulina-PR e estimados de acordo com as informações coletadas na pesquisa podem ser visualizados, resumidamente, na Tabela 7, onde cada item que compõem os dispêndios investigados é apresentado de acordo com o seu valor desembolsado, em reais, e sua participação percentual no custo variável total. O custo variável total, por hectare, relacionado aos cultivos RR e IPRO, correspondeu, respectivamente, a R\$ 1.994,13 e R\$ 2.142,57, o que representa uma diferença de R\$ 148,44.

Tabela 7 – Custo variável de produção por hectare (reais e percentual)

	ROUNDUP READY		INTACTA PRO RR2	
	Custo/ha	%	Custo/ha	%
Insumos	R\$ 1.255,48	62,96	R\$ 1.394,99	65,11
Sementes	R\$ 200,00	10,03	R\$ 382,80	17,87
Fertilizantes	R\$ 490,08	24,58	R\$ 492,58	22,99
Herbicidas	R\$ 153,20	7,68	R\$ 155,04	7,24
Fungicidas	R\$ 273,20	13,70	R\$ 283,12	13,21
Inseticidas	R\$ 139,00	6,97	R\$ 81,45	3,80
Operações mecanizadas e transporte	R\$ 738,65	37,04	R\$ 747,58	34,89
Plantio	R\$ 125,00	6,27	R\$ 120,00	5,60
Aplicação de herbicidas, fertilizantes foliares, fungicidas e inseticidas.	R\$ 120,00	6,02	R\$ 80,00	3,73
Colheita	R\$ 410,40	20,58	R\$ 458,30	21,39
Transporte	R\$ 83,25	4,17	R\$ 89,28	4,17
Total	R\$ 1.994,13	100,00	R\$ 2.142,57	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa (2020).

Observa-se que dentre os insumos utilizados nos dois sistemas de cultivo, os fertilizantes são o item que representa a maior participação no custo variável total, equivalendo a 24,58% dos dispêndios totais no cultivo RR e 22,99% no cultivo IPRO. Outros insumos que apresentam significativa participação no custo total de produção da soja, são os fungicidas e as sementes. No caso do cultivo RR, os fungicidas constituem o segundo insumo de maior participação, enquanto as sementes ocupam a terceira posição, representando, respectivamente, 13,70% e 10,03% do valor do custo total. Já no caso do cultivo IPRO, as sementes correspondem à segunda maior despesa com insumos e os fungicidas, à terceira, com participações respectivas de 17,87% e 13,21%.



Quanto às operações mecanizadas, nas duas variedades de cultivo da soja, o item que apresentou a maior participação nos custos variáveis de produção foi a colheita, sendo responsável, no sistema de produção desenvolvido pelo Produtor 1, por 20,58% dos dispêndios totais, enquanto que no sistema produtivo desempenhado pelo Produtor 2, representou 21,39% do custo total. O plantio, por sua vez, constituiu a segunda maior despesa com operações mecanizadas, equivalendo a 6,27% das despesas variáveis totais, no cultivo RR, e a 5,60%, no caso do cultivo IPRO.

Além disso, percebe-se também que há pouca diferença em relação ao manejo da lavoura nos dois sistemas de cultivo, sendo a biotecnologia incorporada na semente a divergência mais significativa. A resistência contra o ataque de insetos da ordem lepidóptera justifica um maior dispêndio com a aquisição das sementes associadas ao cultivo IPRO bem como um custo inferior relacionado aos inseticidas e à aplicação dos mesmos apresentado por este sistema produtivo quando comparado ao cultivo RR.

No que se refere à lucratividade, esta foi analisada através de alguns indicadores como a receita bruta, o lucro operacional e o índice de lucratividade. Tais indicadores são apresentados na Tabela 8. Pode-se observar-se que existem diferenças quanto à produtividade propiciada pelos dois sistemas produtivos. A produtividade gerada pelo cultivo RR equivaleu a 66,6 sacas de 60 kg por hectare, ou seja, 3.996 quilogramas. Já a produtividade alcançada pelo cultivo IPRO, correspondeu a 4.464 quilogramas por hectare ou 74,4 sacas de 60 kg.

Tabela 8 – Indicadores de Lucratividade

Indicador	Unidade	ROUNDUP READY	INTACTA RR2 PRO
Produtividade	saca/ha	66,6	74,4
Preço médio	R\$/saca	85,86	85,86
Receita bruta	R\$/ha	5.718,28	6.387,98
Custo variável total	R\$/ha	1.994,13	2.142,57
Lucro operacional	R\$/ha	3.724,15	4.245,41
Índice de lucratividade	%	65,13	66,46

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa (2020).

Considerando o preço médio de venda da saca de soja de 60 kg, no mês de abril de 2020, igual a R\$ 85,86, conforme informações da SEAB (2020), a receita bruta do cultivo efetuado pelo Produtor 1 equivaleu a R\$ 5.718,28 por hectare, sendo inferior à do cultivo realizado pelo Produtor 2 que foi de R\$ 6.387,98 por hectare. Isso é explicado pela maior produtividade associada a biotecnologia IPRO, pois os grãos produzidos por ambos os sistemas produtivos não sofrem diferenciação quanto ao preço de venda. Assim, mesmo apresentando um custo variável de produção superior, o sistema de cultivo IPRO proporcionou um lucro operacional maior que o propiciado pelo cultivo RR. Tais lucros corresponderam, respectivamente, a R\$ 4.245,41 e R\$ 3.724,15 por hectare, o que equivale a uma diferença de R\$ 521,26 por hectare.

Quanto ao índice de lucratividade, este também foi superior para o sistema de cultivo IPRO, sendo igual a 0,6646. Isso significa que após o pagamento dos dispêndios relacionados aos custos variáveis de produção, restou um saldo de 66,46% da receita bruta, ou seja, R\$ 4.245,41 por hectare, para quitar as demais despesas e remunerar o produtor. No caso do cultivo RR, a lucratividade de R\$ 3.724,15 por hectare, representou 65,13% da receita bruta.



Diante disso, pode-se perceber que o sistema de produção da soja transgênica portadora do gene de resistência a insetos, em comparação com o sistema de cultivo da soja transgênica tolerante a herbicidas, apresentou um custo de produção mais elevado em decorrência do pagamento dos *royalties* agregados a semente, mas, em contrapartida, propiciou maiores produtividade e lucratividade. Além disso, a soja IPRO tornou mais ágil o manejo da cultura da oleaginosa, ao demandar uma quantidade reduzida de inseticidas, o que diminuiu a utilização de maquinários e de agroquímicos por parte do produtor rural. No entanto, os resultados obtidos nesta pesquisa não podem ser generalizados, pois referem-se apenas ao local e safra analisados.

Ao comparar os resultados da presente pesquisa com aqueles obtidos pelos estudos correlatos, percebe-se que há coincidência com os resultados verificados por Costa (2015), Goffi *et al.* (2017) e Keleski *et al.* (2018) no que se refere aos custos de produção. De acordo com os referidos autores, tais custos foram superiores para o cultivo portador do gene de resistência às lagartas, da mesma maneira que foi constatado neste trabalho. Somente os resultados apurados por Carvalho (2015) foram diferentes, apontando os custos de produção relacionados ao cultivo IPRO como sendo inferiores aos associados ao cultivo RR.

Por outro lado, levando em consideração a produtividade e lucratividade alcançadas pelas duas variedades transgênicas de cultivo da soja, os resultados encontrados nesta pesquisa são similares aos observados por Costa (2015), Goffi *et al.* (2017), Carvalho (2015) e Jasper (2017), os quais concluíram que a biotecnologia IPRO proporciona uma maior produtividade e consequentemente, uma maior lucratividade em relação à biotecnologia RR. Tal evidência diverge apenas do estudo desenvolvido por Keleski *et al.* (2018) que verificou produtividades equivalentes para os dois tipos de cultivo transgênico e uma lucratividade inferior relacionada à soja IPRO por conta dos custos de produção mais elevados.

Cabe destacar que apesar das diferenças existentes, quanto à lucratividade, nos dois sistemas de produção de soja transgênica analisados, ambos apresentaram resultados econômicos positivos para os produtores, sendo assim, viáveis para cultivo. Entretanto, percebeu-se, na região estudada, uma preferência pelas cultivares de soja detentoras da biotecnologia IPRO, considerando que o Produtor 1, o qual cultivou uma variedade da soja transgênica RR, afirmou ser a safra 2019/2020, a última desenvolvida, por ele, com esse tipo de biotecnologia e, que passará a cultivar a oleaginosa com sementes portadoras do gene de resistência a insetos a partir da safra 2020/2021, devido à maior praticidade e eficiência.

5. Considerações Finais

Considerando um contexto marcado pela crescente demanda global por alimentos de alto valor nutritivo, a exemplo da soja e seus derivados bem como pelo surgimento de biotecnologias capazes de ampliar a produtividade agrícola por meio do cultivo de plantas geneticamente modificadas, o objetivo desta pesquisa consistiu na estimação, análise e comparação dos custos de produção e da lucratividade associados ao cultivo de duas gerações de soja transgênica (RR e IPRO) desenvolvido no município de Sulina-PR, na safra 2019/2020. Para que tal objetivo fosse cumprido, acompanhou-se o decorrer de todo o processo produtivo da oleaginosa efetuado em duas propriedades rurais locais, as quais foram diferenciadas de acordo com a geração de soja transgênica implementada no cultivo.

Foram identificados e caracterizados os principais custos variáveis de produção despendidos desde o plantio até a colheita e transporte dos grãos produzidos, relacionados tanto aos insumos quanto às operações mecanizadas, utilizando a metodologia proposta por Palazim (2018). Os resultados da pesquisa revelaram que os dois sistemas de cultivo estudados foram viáveis economicamente para os produtores analisados na referida safra.



No que diz respeito aos custos de produção, percebeu-se que o custo variável total relacionado à produção da soja transgênica RR foi inferior ao associado ao cultivo da soja IPRO. Tais custos, equivaleram, respectivamente, a R\$ 1.994,13 e R\$ 2.142,57 por hectare. O preço adicional pago pelas sementes de soja detentoras da biotecnologia IPRO, referente aos *royalties*, é compensado apenas em parte, pela redução dos custos com a aplicação de inseticidas, sendo o custo mais elevado das sementes IPRO o grande responsável pelo custo variável de produção associado a este cultivo ser superior ao relacionado ao cultivo RR.

Em relação aos lucros proporcionados por ambos os cultivos, estes foram superiores para a soja detentora da biotecnologia IPRO, devido a maior produtividade por ela alcançada. Os lucros por hectare no cultivo RR foram iguais a R\$ 3.724,15 enquanto no cultivo IPRO corresponderam a R\$ 4.245,41. Dessa maneira, a hipótese levantada de que a soja detentora da biotecnologia IPRO propicia uma lucratividade superior à da soja RR, foi corroborada pelas evidências apresentadas na pesquisa, pois o cultivo da soja IPRO apresentou, efetivamente, uma produtividade maior que a do cultivo da soja RR e por isso, proporcionou a melhor lucratividade. Além disso, a soja IPRO facilitou o manejo da cultura ao dispensar o uso de inseticidas para o controle de lagartas, o que reduziu tanto a utilização de maquinários quanto a quantidade de mão-de-obra contratada pelos produtores rurais.

Diante disso, os resultados encontrados neste estudo de caso, complementam a literatura pertinente ao assunto, mas novas pesquisas podem ser realizadas, já que os valores aqui apresentados são limitados devido a alguns fatores, como a realização da análise comparativa para somente dois produtores rurais, em uma única safra e região geográfica. Os valores dos insumos e serviços demandados no decorrer do cultivo bem como o preço de comercialização da produção variam a cada safra enquanto a produtividade sofre influência direta das condições edafoclimáticas relacionadas à região de cultivo. Assim, sugere-se para novos pesquisadores, a aplicação de um estudo semelhante a este em outras propriedades rurais e safras agrícolas.

Referências

BAYER. **Mídia:** Sala de imprensa. 2018. Disponível em:

<<https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-planeja-fechamento-da-aquisicao-da-monsanto-em-7-de-junho>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina:

Embrapa, 1987. 61 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/446431>>. Acesso em: 05 set. 2019.

BRAGAGNOLO, C. *et al.* Análise dos custos de produção da soja no Paraná: convencional x transgênica (RR). In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 45.: 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2007. p. 1-19. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/235987093_Analise_dos_custos_de_producao_da_soja_no_Parana_convencional_x_transgenica_RR>. Acesso em: 10 mar. 2020.

CARVALHO, L. C. **Análise econômica da produção de soja RR2 PRO e soja RR1:** estudo de caso no Estado de Mato Grosso. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, 2015.

Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/126615>>. Acesso em: 06 jun. 2020.



CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB**

Agro: PIB Brasil. 2020. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 06 nov. 2020.

COLLI, W. Organismos transgênicos no Brasil: regular ou desregular?. **Revista USP**, São Paulo, n.89, p. 148-173, 2011. Disponível em:

<http://rusp.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010399892011000200011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 07 set. 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília: Conab, 2010. Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/images/arquivos/informacoes_agricolas/metodologia_custo_producao.pdf>. Acesso em: 30 out. 2019.

_____. **Safras:** Grãos - Série Histórica. 2020. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-dashboard>>. Acesso em: 24 out. 2020.

COSTA, A. S. C. **Comparação das características morfológicas, produtividade e principais custos de produção de cultivares superprecoces de soja RR e Intacta**. 34 f. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2015.

Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/11396/1/2015_AlexandreSantosCorreadaCosta.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2020.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade rural: uma abordagem decisorial**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2016. 420 p.

FRANCO, C. *et al.* Soja convencional versus soja transgênica: análise comparativa de custos de produção e rentabilidade na Fazenda Missioneira, Campo Novo do Parecis – MT. **Revista de Estudos Sociais**. Cuiabá, v. 13, n. 25, p. 184-203, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.cientificos.ufmt.br/ojs/index.php/res/article/view/267>>. Acesso em: 28 out. 2019.

GOFFI, M. **Desempenho agrônomo da cultura da soja cultivar Intacta NS 5959 IPRO® no Município de Três Palmeiras/RS**. 36 f. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Chapecó, 2014. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2685>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

GOFFI, M. *et al.* Produtividade e retorno econômico da cultura da soja com tecnologia Intacta®. **Agrarian Academy**, Goiânia, v. 4, n. 7, p. 380-389, 2017. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2017a/Produtividade%20e%20retorno.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2019.

GOOGLE EARTH. 2020. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-25.70418185,-52.72396158,478.27418833a,679.9770859d,35y,0h,0t,0r>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 70 f. (Documentos / Embrapa Soja,; n. 349). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agro-negocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal**. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 28 jun. 2020.



_____. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 28 jun. 2020. Disponível Acesso em: 28 jun. 2020.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Cadernos municipais**. 2019. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85565&btOk=ok>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

JASPER, L. A. **Tecnologia Intacta RR2 PRO™ no controle de lagartas na soja**. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal do Paraná – UFPR, Palotina, 2017. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/64758/TCC%20Lucas%20Jasper%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

KELESKI, A. *et al.* Análise da viabilidade econômica da cultura da soja na região de Campo Mourão/PR, safra 2013/14. **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 13, n. 01, p. 09-18, jul./dez., 2018. Disponível em: <<http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/2018>>. Acesso em: 09 set. 2019.

MENEGATTI, A. L. A.; BARROS, A. L. M. 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**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 01, p. 163-183, jan./mar. 2007.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Secretaria Especial de Produtividade e Comércio Exterior. **Comex Vis**. 2020. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis>>. Acesso em: 03 jul. 2020.

PALAZIM, M. **Custo variável de produção da soja transgênica Intacta PRO RR2 para a safra 2018/2019 no Município de Cândido Mota – SP**. 37 f. Monografia (Especialização em Gestão de Agronegócios), Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 2018. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/58728?show=full>>. Acesso em: 26 set. 2019.

SILVA, J. H. **Adoção da Tecnologia Intacta RR2 PRO na Região do Baixo Araguaia Mato-Grossense**. 35 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4049>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

TARUMOTO, T. **Avaliação da viabilidade econômica da soja convencional e transgênica em Aral Moreira-MS, na safra 2008/2009**. 39 f. Dissertação (Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial), Universidade Anhanguera – UNIDERP, Campo Grande, 2010.

VARGAS, G. A. **A economia da soja: vantagens e desvantagens da transgenia no Brasil**. 68 f. **Monografia** (Graduação em Ciências Econômicas), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2023/Gisele%20Vargas.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 nov. 2019.