

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS**

**INSERÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E CUSTO DE
PRODUÇÃO DE INSUMOS PARA PRODUÇÃO DE SOJA**

JOÃO CLAUDIO TEODORO TURTT

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2023**

INSERÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E CUSTO DE PRODUÇÃO DE INSUMOS PARA PRODUÇÃO DE SOJA

João Claudio Teodoro Turtt

Orientadora: Prof^{fa} Dr^a Mariana Zampar Toledo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

T962i Turtt, João Claudio Teodoro
INSERÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E CUSTO DE INSUMOS PARA PRODUÇÃO
DE SOJA [recurso eletrônico] / João Claudio Teodoro Turtt. -- 2023.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Mariana Zampar Toledo
TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2023.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Glycine max. 2. Sustentabilidade. 3. Custo-benefício. 4. Custo de Produção. I. Toledo,
Mariana Zampar. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

INSERÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E CUSTO DE PRODUÇÃO DE INSUMOS PARA PRODUÇÃO DE SOJA

Por

João Claudio Teodoro Turtt

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em: 06 de setembro de 2023.

Prof^a Dr^a Mariana Zampar Toledo
Orientadora – UFGD/FCA

Prof^a Dr^a Livia Maria Chamma Davide
Membro da banca – UFGD/FCA

Prof^a Dr^a Elisângela Dupas
Membro da banca – UFGD/FCA

“Even if you are not ready for the day, it cannot always be night” (Kanye West)

AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão à minha amada família, aos amigos incríveis que estiveram ao meu lado, à orientadora excepcional, Profª Drª Mariana Zampar Toledo.

Ao apoio incondicional da minha família e amigos, juntamente com a orientação e dedicação da Profª Mariana, foram essenciais para minha conquista neste TCC.

Agradeço ao Eng. Agr. Carlos Eduardo Madureira Barbosa, gestor de operação e produção da JB Apec, pela parceria em ceder os dados da propriedade estudada.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), que proporcionou o ambiente propício para o meu crescimento acadêmico.

Agradeço a todos por fazerem parte dessa jornada e por seu constante suporte. Sou profundamente grato.

TURTT, J. C. T.; TOLEDO, M. Z. **Inserção de produtos biológicos e custo de produção de insumos para produção de soja**. 2023. 22f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2023.

RESUMO

O aumento da lucratividade das lavouras, primordial para a solidificação e o fortalecimento do setor agropecuário no Brasil, é imprescindível para a geração de renda e melhoria da qualidade de vida no campo. Os modelos atuais de produção, no entanto, com base na aquisição de pacotes tecnológicos, além de acarretarem entraves no manejo a médio e longo prazo, resultam em aumento do custo de produção e, conseqüentemente, prejuízo à viabilidade econômica da atividade. Na busca por alternativas mais sustentáveis e menos agressivas ao meio ambiente, o mercado de produtos biológicos vem crescendo exponencialmente no Brasil e no mundo. O objetivo deste trabalho foi estudar o custo de produção de insumos utilizados na produção de soja em modelo convencional e com inserção de produtos biológicos no manejo. Dados de custos de insumos foram coletados para produção de soja em uma propriedade rural no município de Rio Brilhante/MS na safra 2021/2022, cultivada no modelo tradicional, com uso exclusivamente de produtos químicos, e no modelo misto, com a inserção de produtos biológicos. Foram utilizadas fontes primárias de dados, registrados pelo produtor. Os custos foram expressos em custos totais do talhão e custos por hectare. Adicionalmente, os valores foram indexados em valores de unidade de produto por hectare, considerando-se a cotação da saca no mercado físico, e calculada a participação de cada tipo de custo no total. O método de análise considerado na pesquisa foi o estudo de caso, utilizando-se das técnicas de análise dos custos de produção e rentabilidade. Conclui-se na safra de 2021/2022, a inserção de produtos biológicos resulta em menor custo com insumos por hectare comparativamente ao manejo convencional, e que os custos são majoritariamente compostos pelas despesas com aquisição de fertilizantes e sementes, independentemente do sistema de manejo da soja.

Palavras-chave: *Glycine max*. Sustentabilidade. Custo-benefício. Custo de produção.

ABSTRACT

Increasing the profitability of crops, besides being essential for the solidification and strengthening of the agricultural sector in Brazil, is important for generating income and improving the quality of life in the countryside. The current production models, however, based on the acquisition of technological packages, in addition to causing obstacles in the management, result in an increase in the cost of production and, consequently, low economic viability of the activity. In the search for more sustainable alternatives that are less aggressive to the environment, the market for biological products has been growing exponentially in Brazil and in the world. The objective of this work was to study the production costs of soybean inputs used in conventional cropping systems and mixed with biological products. For this, data on soybean production costs were collected on a rural property in the municipality of Rio Brilhante/MS in the 2021/2022 crop, cultivated in the traditional model, exclusively using chemical products, and under mixed management, with the additions of biological products. Costs were expressed in total costs and costs per hectare. Additionally, the values will be indexed in values of unit of product per hectare, considering the current price of the bag, and the percentages of participation of each type of cost in the total were calculated. The analysis method considered in the research will be the case study, using the techniques of analysis of production costs and profitability. It was concluded that in 2021/2022, using biological products leads to lower costs with inputs per área compared to conventional management, and that costs are mostly due to fertilizer and seed acquisition, regardless any soybean production system.

Key words: *Glycine max.* Sustainability. Value for money. Production cost.

SUMÁRIO

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. A SOJA NO BRASIL	2
2.2. UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS	3
2.3. VIABILIDADE ECONÔMICA DA SOJA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
5. CONCLUSÕES	18
6. REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de novas tecnologias à produção e ao gerenciamento da atividade agrícola é motivo principal de ganho de competitividade. A introdução de novas tecnologias pode resultar em diversos benefícios ao produtor rural, seja por meio da diminuição dos custos de produção, seja pelo aumento da produtividade da lavoura, ou, então, pela melhoria da qualidade das culturas produzidas (LAVORATO; BRAGA, 2017).

No Brasil, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) vem sendo a principal cultura na área de produção de grãos, com uma área plantada de aproximadamente 44.062,6 mil hectares e uma produção em torno de 151,4 milhões de toneladas na safra 2022/2023 (CONAB, 2023). Dada sua expressividade, claramente não são poupados esforços para a manutenção de elevados índices de rendimento, o que demanda um alto investimento para fertilização do solo e, principalmente, aplicações fitossanitárias durante o ciclo de produção.

Das alternativas existentes para o manejo da soja, a utilização de produtos biológicos tem se destacado por utilizar microrganismos em substituição aos defensivos químicos. Hoje, existem vários produtos à base de bactérias no mercado (FEDERICI et al., 2010). A interação benéfica entre as plantas e os microrganismos vem sendo cada vez mais explorada na agricultura, dada sua importância no equilíbrio dinâmico dos ecossistemas. Nesse sentido, destaca-se a atual missão do agronegócio global de unir a alta produtividade à lucratividade por meio de um manejo cada vez mais sustentável (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

Nesse contexto da agricultura moderna, surgem alternativas que visam potencialmente reduzir os custos de uma safra de soja que hoje custa cerca de R\$ 3.818,21 por hectare comprometidos com insumos agrícolas, sendo eles, sementes, fertilizantes e corretivos e defensivos (IMEA, 2023). Ainda, considerando que os insumos biológicos podem substituir os insumos químicos (EMBRAPA, 2019) e que têm por finalidades manter a produtividade e reduzir os impactos negativos causados ao meio ambiente e ao ser humano, a análise do custo e do benefício associado se justifica (MOZZAQUATRO et al., 2021).

O objetivo deste trabalho foi estudar o custo de produção de insumos utilizados na produção de soja em modelo convencional e com inserção de produtos biológicos no manejo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A SOJA NO BRASIL

A soja foi introduzida no Brasil em 1882, quando 60 materiais genéticos foram trazidos dos Estados Unidos e testados no estado da Bahia, mas que não eram adaptados a climas de baixa latitude. Anos depois, em 1900, novos materiais foram avaliados no estado do Rio Grande do Sul, com resultados satisfatórios, uma vez que as condições de clima eram mais semelhantes às do país de origem das cultivares. Nas décadas de 1920 e 1940, a soja era estudada com o propósito de avaliar seu desempenho como forrageira ou utilizada apenas como ração animal, sendo utilizada com parcimônia nas manufaturas de farelo e óleo. Na década de 1970, no entanto, a substituição das gorduras animais por óleos vegetais e margarinas, mais saudáveis ao consumo humano, contribuiu para a expansão da cultura e para que a soja se estabelecesse como uma importante cultura (DALL'AGNOL, et al., 2007).

Nas últimas décadas, a produção brasileira de soja obteve um grande avanço, não só pelo aumento da área plantada, mas também por meio da aplicação de técnicas avançadas de gestão e manejo com o objetivo de aumentar a produtividade. Comparativamente à safra 2021/2022, a área plantada com a cultura apresentou um aumento de 6,2%, chegando a 44.062,6 milhões de hectares, com uma produtividade em torno de 3.508 kg ha⁻¹ e produção de 154.566,3 milhões de toneladas (CONAB, 2023). Assim, o agronegócio da soja desempenha um papel significativo na economia brasileira, contribuindo para o desenvolvimento e a geração de receitas. Além da produção em larga escala, a soja também impulsiona outros setores, como o processamento e a exportação de grãos, o que gera divisas para o país.

Para atender a demanda global por soja, o crescente uso de produtos agroquímicos representa uma grande parte dos custos de uma safra do grão; ainda no âmbito econômico, o uso muitas vezes exagerado dos defensivos agrícolas tornou algumas pragas resistentes a certos produtos, tornando o controle de plantas daninhas, insetos e patógenos cada vez mais oneroso, dada a necessidade de maiores dosagens e número de aplicações (CORRÊA-FERREIRA, 2003; CRUZ, 2015; PRETTY; BHARUCHA, 2015). No entanto, levando-se em consideração que a utilização de insumos químicos é necessária para que ocorra a produção, uma das alternativas encontradas é a substituição de insumos químicos por produtos

biológicos. Sua utilização é capaz de reduzir os impactos negativos sobre o meio ambiente, entre outros benefícios (CAMPOS et al., 2019).

2.2. UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS

Na tentativa de mitigar os problemas apresentados pelo uso excessivo de agroquímicos, uma alternativa cada dia mais estudada nos últimos anos é o manejo biológico (FRITZ et al., 2008; THANCHAROEN, et al., 2018). A agricultura sustentável é considerada a principal responsável pela segurança alimentar, já que visa garantir o alimento com qualidade ao longo do tempo (CAMPOS et al., 2019) e tem como papel fundamental o cumprimento da manutenção e continuidade dos agrossistemas (SKAF et al., 2019). O mercado desses produtos é crescente, mas são poucos os estudos que subsidiam o seu uso em larga escala, o que poderia gerar uma grande economia no custo geral da safra da soja (BETTIOL et al., 2009; GUPTA; DIKSHIT, 2010).

As pesquisas sobre insumos biológicos englobam desde a seleção de microrganismos até o desenvolvimento de inoculantes microbianos (EMBRAPA, 2019). A agricultura sustentável difere da agricultura tradicional ou industrializada em termos de uso do solo e defensivos químicos, rendimentos de cultura e impactos ambientais (CAMPOS et al., 2019). Enquanto o modelo tradicional é caracterizado pela alta dependência de insumos químicos (PRETTY; BHARUCHA, 2015), o modelo de agricultura sustentável é baseado na eficiência aprimorada do uso de produtos, como, por exemplo, por meio do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (ALAM et al., 2016; LECHENET et al., 2014).

Os benefícios do manejo biológico na produção de soja incluem a redução dos custos com defensivos químicos, a diminuição do impacto ambiental, a preservação da biodiversidade e a promoção de uma agricultura mais sustentável e resiliente (ALAM et al., 2016; CAMPOS et al., 2019). Além disso, estudos mostram que o uso de produtos biológicos pode contribuir para o aumento da produtividade e da qualidade dos grãos de soja (BETTIOL et al., 2009; FRITZ et al., 2008).

Ainda que o manejo biológico apresente diversos benefícios, sua implementação requer conhecimento técnico e acompanhamento adequado para obter resultados satisfatórios. É importante destacar que o uso de produtos biológicos não substitui completamente o uso de agroquímicos, mas pode ser uma ferramenta complementar para a redução da dependência desses insumos (THANCHAROEN et al., 2018).

2.3. VIABILIDADE ECONÔMICA DA SOJA

Tanto na soja quanto em qualquer outra atividade de exploração agrícola é preciso ter uma boa análise dos custos de produção para ser possível detectar falhas do orçamento da propriedade e garantir uma rentabilidade de sucesso. Nunes (2014) dizia que o estudo do custo da produção agrícola é uma ótima ferramenta de controle e gerenciamento das atividades produtivas e de geração de importantes informações para subsidiar o planejamento e as tomadas de decisões pelos produtores rurais. Na agricultura, esse controle torna-se ainda mais importante, uma vez que a atividade está sujeita às adversidades relacionadas às condições climáticas.

Em relação à participação nos custos, os insumos constituem o fator mais onerante, fato que corrobora com Godinho et al. (2019); os autores verificaram, no estado de Rondônia, que, nos cultivos convencional e direto, o custo com insumos representava 73,3% e 60,8% do total, respectivamente. O estudo dos custos é relevante, uma vez que Gebremedhin e Schwab (1998) afirmam que, em relação ao nível de exploração, os agricultores escolhem sempre o melhor sistema de cultivo entre as alternativas tecnicamente viáveis e que, do ponto de vista econômico, a rentabilidade da propriedade é o principal critério do produtor rural.

Segundo Richetti (2021), o pleno conhecimento dos custos contribui para melhorar a tomada de decisão, bem como para verificar a rentabilidade do negócio da soja na próxima safra. Ao avaliar os dados econômicos da produção de soja na safra 2021/2022 em Mato Grosso do Sul, o autor identificou que o custo com insumos correspondeu a 53,31% do custo total. Esse aumento significativo se deu devido ao aumento nos preços de maquinário e insumos, por isso é tão importante o total conhecimento de todos os custos para também planejar e obter uma rentabilidade para a próxima safra.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O método de análise considerado na pesquisa foi o estudo de caso, utilizando-se das técnicas de análise dos custos de insumos para produção de soja em dois sistemas de produção, sob modelo tradicional e misto, com inserção de produtos biológicos no manejo. Ambos os sistemas são conduzidos na propriedade estudada, que fica situada no município de Rio Brillhante, estado de Mato Grosso do Sul, que está sob influência de dois tipos de clima: tropical, do tipo Aw; e subtropical, do tipo Cfa, segundo Köppen-Geiger, possuindo invernos secos e verões chuvosos e quentes, característicos do clima tropical.

A primeira etapa do estudo consistiu na elaboração de um plano de contas para conhecimento dos insumos utilizados nos dois sistemas (Tabela 1). Os dados foram originários de fontes primárias, ou seja, fornecidos pelo próprio proprietário. O plano de contas foi elaborado para fins organizacionais e planejamento para coleta futura de informações junto ao produtor.

Tabela 1. Modelo do plano de contas gerencial.

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Talhão convencional	Insumo 1	Insumo 1.1	Insumo 1.2.1 Insumo 1.2.2
		Insumo 1.2	
	Insumo 2	Insumo 2.1	
		Insumo 2.2	
		Insumo 2.3	

Em seguida, procedeu-se ao estudo dos produtos, das doses e do número de aplicações realizadas em cada sistema, a fim de se conhecer o custo por aplicação e o custo total de cada insumo.

A base para apresentação dos custos pode ser observada na Tabela 2. Os custos foram expressos em custos totais e custos por hectare. Adicionalmente, os valores foram indexados em valores de unidade de produto por hectare, considerando-se a cotação recebida da saca, informada pelo produtor, e calculadas as porcentagens de participação de cada tipo de custo no total.

As receitas foram obtidas com base na produtividade média em cada sistema e o preço pago pelo produto no mercado físico.

Tabela 2. Modelo da tabela dos custos de insumos para produção de soja.

COMPONENTES DO CUSTO	R\$	R\$ ha ⁻¹	sc ha ⁻¹	Part (%)
Insumo 1				
Insumo 2				
Insumo 3				
Insumo 4				
Etc..				
TOTAL				

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os custos com insumos para produção de soja cultivada em sistema de manejo convencional.

Tabela 3. Custos com insumos para produção de soja cultivada sob manejo convencional. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

COMPONENTES DO CUSTO	R\$	R\$ ha ⁻¹	sc ha ⁻¹	Part (%)
Semente	17.280,00	432,00	2,52	16,08
Inoculação e enriquecimento de sementes	2.235,20	55,88	0,32	2,08
Fertilizante	50.532,40	1.263,31	7,36	47,03
Herbicida	16.732,40	418,31	2,44	15,57
Inseticida	3.820,00	95,50	0,56	3,56
Bioinseticida	-	-	-	-
Fungicida	14.824,00	370,60	2,16	13,79
Biofungicida	-	-	-	-
Protetor para bactérias	-	-	-	-
Adjuvante	2.028,40	50,71	0,30	1,89
TOTAL	107.452,40	2.686,31	15,66	100

Para a cultura da soja cultivada de maneira convencional, o estudo revelou um custo total de R\$ 107.452,40, o que representa um custo por hectare de R\$ 2.686,31, considerando-se a área do talhão de 40 ha. De modo geral, observa-se que quase metade do valor gasto refere-se à compra de fertilizantes, item que mais onerou o custo com insumos nesse sistema. O uso dos fertilizantes correspondeu a uma parcela de 47,03% do total. Os custos com aquisição de sementes, herbicidas e fungicidas apresentaram participações semelhantes no total.

Os cálculos dos valores de custo de cada categoria de insumo foram realizados com base nos levantamentos realizados junto com produtor. Assim, são apresentados nas tabelas a seguir os produtos utilizados no manejo, bem como as doses e custo dos produtos. Alguns dos produtos utilizados no talhão cultivado com soja sob manejo convencional também foram utilizados na área com manejo misto, onde foram realizadas também aplicações com produtos biológicos.

O desafio de conduzir o cultivo de soja exclusivamente com produtos biológicos é multifacetado. A dependência de métodos tradicionais, como pesticidas, torna difícil a transição para um sistema biológico que promove equilíbrio ecológico. Conforme destacado no artigo de Bueno et al. (2022), o Brasil é líder no mercado de bioinsumos mesmo com a

busca por alternativas sustentáveis enfrentando obstáculos devido à necessidade de mais estudos para compreender as interações complexas entre organismos, pragas e microrganismos do solo.

Nas tabelas 4 e 5 são apresentados os custos com aquisição de sementes e com inoculação e enriquecimento anteriormente à implantação das áreas, que foram comuns em entre os manejos.

Tabela 4. Custos com aquisição de sementes para implantação da soja sob manejo convencional e misto. Rio Brillhante-MS, 2021/22.

Cultivar	Tecnologia	População (plantas ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
M6410 Ipro [®] c/ TSI ¹	Intacta	240.000,00	432,00
TOTAL			432,00

¹TSI: tratamento industrial de sementes com o pacote Avicta[®] (composição: 1 mL Abamectina + 2 mL de Cruiser[®] + 1 mL Maxim Advanced[®]) + 1 mL de Fipronil + Soyaseed[®]).

Tabela 5. Custos com inoculação e enriquecimento de sementes para implantação da soja em sistema convencional e misto. Rio Brillhante-MS, 2021/22.

Insumos	Categoria	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Rizzo [®]	Fungo	0,10	18,00
Nutre CoMo [®]	Fertilizante	0,10	9,42
Accelerate Fertility [®]	Bactéria	2,00	10,16
Total Nitro Metabolic [®]	Bactéria	2,00	8,79
Sterk Bio [®]	Bactéria	2,00	9,51
TOTAL			55,88

Do mesmo modo que a semente já industrialmente tratada com produtos químicos é usualmente utilizada em sistemas sob manejo biológico, o uso de insumos biológicos também é observado no manejo da soja em sistema convencional. A aplicação de inoculantes visando à fixação biológica do nitrogênio, por exemplo, é prática consolidada no cultivo da cultura. A fixação biológica de nitrogênio (FBN) desempenha importante papel na cultura da soja, seja devido aos benefícios ambientais, mas principalmente porque possibilita uma redução no custo com fertilizantes nitrogenados. Por meio da simbiose com rizóbios, as plantas têm acesso ao nitrogênio disponibilizado pelas bactérias presentes nas raízes, captado da atmosfera e convertido em formas acessíveis. A pesquisa de Amado et al. (2010) destaca a importância dos rizóbios bem-adaptados para otimizar a FBN. Do mesmo modo, a aplicação de cobalto e molibdênio, promotores de crescimento, além de bactérias e enzimas benéficas pode melhorar o desenvolvimento inicial das plantas, aumentando a absorção de nutrientes. O molibdênio e o cobalto são elementos importantes para a cultura da soja, por participar da

enzima nitrogenase, sintetizada pelas bactérias durante o processo de FBN por simbiose (DIESEL et al., 2010).

Os dados apresentados nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam as descrições dos custos com fertilizantes e produtos fitossanitários utilizados exclusivamente no manejo convencional.

Os custos com adubação de base e foliar no sistema convencional de cultivo estão descritos na Tabela 6. Como se pode observar, do total despendido para essa finalidade, quase a totalidade se refere ao uso dos fertilizantes MAP e KCl, aplicados no momento da semeadura. A adubação na cultura da soja desempenha um papel vital na obtenção de altos rendimentos. Ao fornecer nutrientes essenciais, promove um crescimento adequado, maior resistência a doenças e condições adversas (INKOTTE et al., 2012).

Tabela 6. Custos com adubação de base e foliar na soja cultivada sob manejo convencional. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

Fertilizante	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Base				
MAP	170,00	1	694,11	694,11
KCl	200,00	1	501,00	501,00
Foliar				
Powerfull®	0,50	2	14,95	29,90
Patriot®	0,50	2	12,40	24,80
Marvin®	0,05	2	6,75	13,50
TOTAL				1.263,31

O uso de herbicidas em pré-plantio e pós-emergência é crucial na agricultura. Em pré-plantio, a aplicação elimina as plantas daninhas presentes na área antes do cultivo da cultura principal, garantindo espaço e nutrientes para as plantas. Em pós-emergência, age após e emergência das plântulas, controlando plantas daninhas sem prejudicar as culturas. De acordo com a Tabela 7, foram utilizados diferentes herbicidas, com princípios ativos distintos, para o manejo da área. A utilização de maiores doses acarretou um aumento do custo desses produtos.

Tabela 7. Custos com herbicidas utilizados em pré-plantio e em pós-emergência da soja cultivada sob manejo convencional. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

Herbicida	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Zapp Qi®	3,80	108,22

Zapp Qi [®]	2,00	56,96
Zapp Qi [®]	2,50	71,20
Spray Kill [®]	2,00	77,80
Poquer [®]	0,80	32,04
Poquer [®]	1,00	40,05
TOTAL		386,27

A Tabela 8 apresenta a descrição dos produtos, dosagens e custo das aplicações de inseticidas. A importância dos inseticidas para o custo total de uma safra de soja é significativa. Ao reduzir os danos causados por insetos prejudiciais, os agricultores evitam perdas da produção e preservam a qualidade dos grãos. Portanto, investir em um planejamento fitossanitário promove não somente a manutenção ou aumento da produtividade (GOFFI et al. 2015), mas, também contribui para uma gestão eficiente do custo total da safra.

Tabela 8. Custos com inseticidas utilizados na soja cultivada sob manejo convencional. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

Inseticida	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Certero [®]	0,10	2	17,50	35,00
Sperto [®]	0,25	1	60,50	60,50
TOTAL				95,50

O uso de fungicidas (Tabela 9) possibilita o controle de doenças que podem afetar negativamente o rendimento das colheitas. De acordo com Soares et al. (2004), a proteção oferecida pelos produtos resulta em benefícios quali e quantitativos, fortalecendo tanto a segurança alimentar quanto a rentabilidade dos agricultores.

Tabela 9. Custos com fungicidas utilizados na soja cultivada sob manejo convencional. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

Adjuvante	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Unizeb Gold [®]	1,50	1	29,40	29,40
Fox Xpro [®]	0,50	1	126,50	126,50
Bravonil [®]	1,00	2	35,80	71,60
Orkestra [®]	0,30	1	93,30	93,30
Cypress [®]	0,30	1	49,80	49,80
TOTAL				370,60

Os adjuvantes são utilizados na otimização da eficácia dos defensivos agrícolas, como herbicidas, inseticidas e fungicidas. Esses produtos auxiliam na dispersão, penetração e aderência dos produtos às folhas e estruturas das plantas. Como resultado, melhoram a

absorção dos defensivos, maximizando o controle de pragas e doenças. Cunha e Peres (2010) estudaram como os adjuvantes possibilitam melhoria na cobertura das folhas pelos produtos aplicados, minimizando perdas devido à escorrência ou evaporação. Isso não apenas garante a proteção adequada das plantas, mas também contribui para a redução de desperdícios e, por consequência, para a otimização dos custos de produção. Além disso, ao melhorar a aderência e penetração dos produtos, os adjuvantes possibilitam o uso de doses menores, tornando a abordagem mais econômica e ambientalmente sustentável. Com relação ao custo com adjuvantes verificado nesse trabalho, destaca-se a participação significativa do uso do produto Fox Xpro[®], que, apesar da sua dose baixa, apresentou 34% do total.

Tabela 10. Custos com adjuvantes utilizados na soja cultivada sob manejo convencional. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

Adjuvante	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Desadere [®]	0,08	6	4,02	24,12
Aller Biw [®]	0,04	6	2,01	12,06
Aureo [®]	0,20	2	3,80	7,60
Aureo [®]	0,10	1	1,90	1,90
Forspray [®]	0,10	1	5,03	5,03
			TOTAL	50,71

A implementação de produtos biológicos juntamente com insumos químicos em um talhão de soja implicou, inicialmente, em custos totais superiores aos verificados no manejo convencional. Quando se considera, no entanto, a área de 47,5 ha do talhão sob manejo misto, tem-se um custo por hectare inferior. Ao serem comparados ao manejo convencional, tem-se que os custos com fertilizantes e inseticidas foram maiores no manejo misto; além disso, há que se considerar as despesas com bioinseticidas, biofungicidas e protetor de bactérias são exclusivas desse manejo. Por outro lado, os custos com herbicidas e adjuvantes foram inferiores aos do manejo convencional, além de não ter havido necessidade da aplicação de fungicidas químicos convencionais no presente manejo.

O sistema misto de produção de soja, onde foram inseridos produtos biológicos no manejo, acarretou em resultados positivos com relação ao custo. Além disso, o uso desses produtos promove um ambiente agrícola mais equilibrado e sustentável, reduzindo a dependência de produtos químicos e melhorando a saúde do solo (CARVAJAL; MERA, 2020). Esse investimento, a longo prazo, pode refletir em maiores lucros, caso não haja redução na produtividade.

Assim como observado no talhão convencional, o uso dos fertilizantes correspondeu à maior parte dos custos de insumos, tendo uma participação de 54,24% do total, seguidos dos custos com sementes e herbicidas. Embora os avanços na pesquisa de produtos biológicos sejam expressivos, atualmente, não existem substitutos para o uso com função herbicida na agricultura. No entanto, estratégias integradas podem reduzir sua necessidade e impacto. A diversificação de culturas e a rotação de culturas podem interromper os ciclos de pragas e reduzir a pressão das plantas daninhas (GOMES; CHRISTOFFOLETI, 2008). Além disso, o uso de coberturas vegetais pode auxiliar na supressão do crescimento de plantas indesejadas.

Tabela 11. Custos com insumos para produção da soja cultivada sob manejo misto, com inserção de produtos biológicos. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

COMPONENTES DO CUSTO	R\$	R\$ ha ⁻¹	sc ha ⁻¹	Part (%)
Semente	20.520,00	432,00	2,52	18,13
Inoculação e enriquecimento de sementes	2.654,30	55,88	0,33	2,35
Fertilizante	61.381,88	1.292,25	7,53	54,24
Herbicida	14.266,63	300,35	1,75	12,61
Inseticida	6.443,85	135,66	0,79	5,69
Bioinseticida	3.331,65	70,14	0,41	2,94
Fungicida	-	-	-	-
Biofungicida	2.220,63	46,75	0,27	1,96
Protetor para bactérias	342,00	7,20	0,04	0,30
Adjuvante	2.004,98	42,21	0,25	1,77
TOTAL	113.165,92	2.382,44	13,89	100

A adubação também foi realizada nos sistemas de manejo biológico (Tabela 12). Nesse contexto, inclusive, se confundem os conceitos de agricultura biológica e sustentável com agricultura orgânica. Conforme destacado anteriormente, a adubação fornece nutrientes essenciais às plantas. No caso específico do sistema misto estudado nesse trabalho, destacam-se as diferenças de marcas comerciais de produtos foliares utilizados; porém, essa diferença foi apenas uma escolha do produtor. Assim como no manejo convencional, do total despendido para adubação, quase a totalidade dos custos se refere ao uso dos fertilizantes MAP e KCl.

Tabela 12. Custos com adubação de base e foliar na soja cultivada sob manejo misto em Rio Brilhante-MS, safra 2021/22.

Fertilizante	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Base				
MAP	170,00	1	694,11	694,11
KCl	200,00	1	501,00	501,00
Foliar				
Elisio [®]	0,50	2	24,00	48,00
Vigora [®]	0,50	1	15,30	15,30
Icon Cooper [®]	0,05	2	16,92	33,84
TOTAL				1.292,25

A Tabela 13 nos revela os herbicidas usados no sistema misto; é possível observar que os custos com esses produtos foram ligeiramente menores do que no sistema convencional (Tabela 5). Nesse caso, o produtor optou por utilizar produtos diferentes no manejo, o que alterou o custo com herbicidas. Em detrimento ao uso do Zapp Qi[®], o produtor optou pelo uso de mais aplicações do Poquer[®]. Obviamente, essa substituição não é simples, sendo dependente das características da comunidade infestante encontrada na área.

Tabela 13. Custos com herbicidas utilizados em pré-plantio e em pós-emergência da soja cultivada sob manejo misto. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

Herbicida	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Zapp Qi [®]	1,80	1	51,26	51,26
Zapp Qi [®]	3,00	1	85,44	85,44
DMA [®]	1,00	1	16,95	16,95
Poquer [®]	0,80	3	32,04	96,12
Reglone [®]	1,20	1	50,58	50,58
TOTAL				300,35

A combinação de inseticidas químicos e bioinseticidas se destaca como uma abordagem eficaz na agricultura devido a diversos fatores, sendo a alta pressão de lagartas e percevejos um dos principais motivos, como descrito no estudo conduzido por Kuss et al. (2016). Os insetos, como os percevejos, frequentemente desenvolvem resistência aos produtos químicos ao longo do tempo. Ao utilizar uma combinação de bioinseticidas e inseticidas químicos, é possível aumentar a eficácia do controle, reduzindo a probabilidade de resistência e prolongando a vida útil dos produtos químicos.

A alta pressão de percevejos no talhão misto foi, inclusive, a razão para o uso dos inseticidas químicos descritos na Tabela 14. Os bioinseticidas, derivados de microrganismos naturais como bactérias e fungos, oferecem uma abordagem ambientalmente amigável e de baixo impacto, porém, nesse caso não foi o suficiente para o controle de percevejos.

Tabela 14. Custos com inseticidas na soja cultivada sob manejo misto. Rio Brillhante-MS, 2021/22.

Inseticida	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Assaris [®]	1,00	23,50
Nortox [®]	0,04	25,02
Ampligo [®]	0,10	33,50
Certero [®]	0,10	21,14
Orthene [®]	0,50	32,50
TOTAL		135,66

Bioinseticidas são agentes biológicos utilizados na agricultura para controlar pragas de forma sustentável. Eles consistem em microrganismos como bactérias, fungos e vírus, que atacam pragas específicas, preservando organismos benéficos e reduzindo impactos ambientais (BÉLO et al., 2009). De modo semelhante, os biofungicidas promovem, de forma natural, o controle de doenças fúngicas e, em certos casos, como no estudo conduzido por Lanza et al. (2012), o uso de biofungicidas destacou-se comparativamente aos produtos químicos. Nas Tabelas 15 e 16, pode-se observar o menor custo para aplicação de bioinseticidas e biofungicidas comparativamente aos seus equivalentes no talhão convencional, diferença essa que o estudo revelou ser de R\$ 381,25, que equivale à uma redução de 79,33%.

Tabela 15. Custos com bioinseticidas na soja cultivada sob manejo misto. Rio Brillhante-MS, 2021/22.

Produto	Categoria	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Blade A [®]	Bioinseticida	2,00	2	8,70	17,40
Killper [®]	Bioinseticida	4,00	2	16,74	33,48
New Control [®]	Atrativo	0,25	2	9,63	19,26
TOTAL					70,14

Tabela 16. Custos com biofungicidas na soja cultivada sob manejo misto. Rio Brillhante-MS, 2021/22.

Produto	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Bior S [®]	2,00	3	9,29	27,87
Bior P [®]	2,00	2	9,44	18,88
TOTAL				46,75

A resistência de pragas e doenças é um desafio constante na cultura da soja, exigindo monitoramento rigoroso e adaptações frequentes; por essa razão o controle químico é limitado, gerando resistência, como diz o estudo de Carmona et al. (2023). Os autores avaliaram diferentes bioinseticidas à base de fungos em laboratório com resultados muito promissores, mas a eficiência em campo querer mais estudo; por esse motivo essa transição exige uma reestruturação também da mentalidade do produtor.

A utilização de protetores de bactérias (Tabela 17) em aplicações de produtos biológicos é crucial para assegurar a eficácia desses agentes no controle de pragas. Os protetores agem como suporte, criando condições favoráveis para a sobrevivência e atividade das bactérias benéficas (SMITH et al., 2020). Eles aumentam a resistência a fatores ambientais adversos, como luz solar e competição de microrganismos nativos, otimizando a persistência do agente biológico na planta. Isso resulta em uma ação mais prolongada e consistente, maximizando os benefícios do tratamento e contribuindo para a proteção das culturas de forma sustentável. O produto Bacfix[®] proporciona proteção aos microrganismos, otimizando sua ação sob condições adversas de temperatura, radiação e umidade relativa do ar (BABYLON AGRO DAIRY, 2023).

Tabela 17. Custos com protetores de bactérias na soja cultivada sob manejo misto. Rio Brillhante-MS, 2021/22.

Produto	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Bacfix [®]	0,03	3	2,40	7,20
TOTAL				7,20

Assim como no manejo convencional, a aplicação de adjuvantes promove uma melhor cobertura na aplicação de produtos fitossanitários. Os adjuvantes representam uma menor parcela menor dos custos totais com insumos na produção de soja devido à sua aplicação em

quantidades relativamente baixas (Tabela 18), embora desempenhem um papel essencial no aprimoramento da eficácia dos defensivos agrícolas.

Tabela 18. Custos com adjuvantes utilizados na soja cultivada sob manejo misto. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

Adjuvante	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Número de aplicações	Custo por aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (R\$ ha ⁻¹)
Desadere [®]	0,08	7	4,02	28,14
Aller Biw [®]	0,04	7	2,01	14,07
TOTAL				42,21

Na Tabela 19 são apresentados os dados de receita bruta da comercialização da soja produzida nos sistemas de manejo convencional e misto. A produtividade obtida nos diferentes talhões foi variável, com maior rendimento na área com inserção de produtos biológicos. No manejo convencional, conforme destacado na Tabela 3, o custo com insumos foi de 15,66 sacas por hectare, enquanto que no talhão com manejo misto, o custo com insumos foi de 13,89 sacas por hectare (Tabela 11). Além do custo com insumos na área sob manejo misto ter sido menor, obteve-se, adicionalmente, maior produtividade desse sistema. Comparando-se o rendimento alcançado nos dois manejos, tem-se que o custo com insumos representou 49,94% e 39,48% da produtividade líquida total no sistema convencional e misto, respectivamente. Tomando-se como base unicamente os custos com insumos, esse sistema, portanto, seria o mais rentável.

Tabela 19. Receita bruta da soja produzida nos sistemas convencional e misto. Rio Brilhante-MS, 2021/22.

Manejo	Área (ha)	Preço de venda ¹ (R\$ sc ⁻¹)	Produtividade líquida (sc ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)	Receita total (R\$)
Convencional	40,0	171,50	31,36	5.378,24	215.129,60
Misto	47,5	171,50	35,18	6.033,37	286.585,08

¹Preço pago pela Cooperativa Lar em 31/03/2022 (COOPERATIVA LAR, 2022).

Este estudo revela uma diferença de R\$ 71.455,48 na receita entre os talhões de soja; aquela cultivada sob manejo misto, que combina produtos biológicos e alguns produtos químicos, em comparação com um talhão cultivado exclusivamente com produtos químicos, pode ter se beneficiado da interrelações mantidas no sistema, influenciado por vários fatores interligados que promovem um ambiente mais saudável, produtivo e equilibrado para as plantas. O sistema misto aproveita o melhor de ambos os mundos, combinando os benefícios

dos produtos biológicos e químicos de maneira sinérgica. Os produtos biológicos, como bactérias benéficas e microrganismos, promovem a saúde do solo, melhoram a absorção de nutrientes e ajudam a proteger as plantas contra patógenos. Esses organismos também têm a capacidade de transformar nutrientes do solo em formas mais acessíveis, aumentando a disponibilidade nutricional para as plantas.

Por outro lado, os produtos químicos fornecem uma abordagem mais direcionada para o manejo de pragas e fornecimento de imediato de nutrientes. Quando usados em quantidades controladas e estratégicas, eles podem combater eficazmente pragas e doenças que poderiam prejudicar a produção. No entanto, o uso excessivo de produtos químicos pode levar à degradação do solo, ao desenvolvimento de resistência em pragas e à contaminação ambiental.

O sucesso do sistema misto pode ser explicado pela sua capacidade de otimizar o ambiente de cultivo, permitindo que as plantas se desenvolvam de maneira mais equilibrada e resistente. Além disso, ao reduzir a dependência exclusiva de produtos químicos, os custos podem ser controlados, enquanto a saúde do solo é preservada.

Assim, o ganho de 33,25% na receita do talhão com sistema misto é resultado da combinação de práticas sustentáveis e tecnologias, maximizando o potencial produtivo da soja enquanto minimiza os impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana. Do ponto de vista dos custos com insumos, foi observado um menor custo por hectare, também indexado em sacas, do manejo com inserção de produtos biológicos, sem prejuízos à produtividade.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se com o presente estudo que, na safra de 2020/2022, a inserção de produtos biológicos no manejo da soja resulta em menor custo com insumos por hectare comparativamente ao manejo convencional, exclusivamente com uso de defensivos químicos.

Os custos com insumos para produção de soja, na safra 2021/2022, são majoritariamente compostos pelas despesas com aquisição de fertilizantes e sementes, independentemente do sistema de manejo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM, M.Z.; CRUMP, A.R.; HAQUE, M.M.; ISLAM, M.S.; HOSSAIN, E.; HASAN, S.B.; HOSSAIN, M.S. **Effects of Integrated Pest Management on Pest Damage and Yield Components in a Rice Agro-Ecosystem in the Barisal Region of Bangladesh.** *Frontiers in Environmental Science*, v. 4, n. 22, 2016.

AMADO, T.J.C.; SCHLEINDWEIN, J.A.; FIORIN, J.E. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Orgs.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos.** Porto Alegre: Evangraf, 2010.

BABYLON AGRO DAIRY. **Bacfix.** Disponível em: <https://babylonagrodairy.com/product/bacfix/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009.

BUENO, A. de F.; CARVALHO, G.A.; NOGUEIRA, M.A.; MEDEIROS, F.H.V. de; MEDEIROS, F.C.L. de; HUNGRIA, M.; ARDISSON-ARAÚJO, D.M.; RIBEIRO, B.M.; SÓSA-GOMEZ, D.R.; HIROSE, E. **Compatibilidade no uso de bioinsumos e insumos sintéticos no manejo da cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2022.

CAMPOS, E.V.R.; PROENÇA, P.L.F.; OLIVEIRA, J.L.; BAKSHI, M.; ABHILASH, P.C.; FRACETO, L.F. Use of botanical insecticides for sustainable agriculture: future perspectives. **Ecological Indicators**, v. 105, p. 483-495, 2019.

CARVAJAL MUÑOZ, J.S.; MERA BENAVIDES, A.C. Fertilização biológica: técnicas de vanguarda para o desenvolvimento agrícola sustentável. **Producción+ limpia**, v. 5, n. 2, p. 77-96, 2010.

CASTRO, S.H. de; REIS, R.P.; LIMA, A.L.R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no oeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1146-1153, 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola: a metodologia da CONAB**. Brasília, DF: CONAB, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, DF: CONAB, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PANIZZI, A.R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 24p. (Circular técnica, 45).

CRUZ, C.; SILVA, A.F.; SHIOGIRI, N.S.; GARLICH, N.; PITELLI, R.A. Imazapyr herbicide efficacy on floating macrophyte control and ecotoxicology for non-target organisms. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 103-108. 2015.

DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A.C.; LAZZAROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H.; OLIVEIRA, A.B. de. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

FEDERICI, B.A.; PARK, H.W.; BIDESHI, D.K. Overview of the basic biology of bacillus thuringiensis with emphasis on genetic engineering of bacterial larvicides for mosquito control. **The Open Toxinology Journal**, v.3, p.83-100, 2010.

FLOSS, E.L. Fatores essenciais para altos rendimentos da soja. In: **Maximizando o rendimento da soja: ecofisiologia, nutrição e manejo**. 2.ed. Passo Fundo: Passografic: 2022, p. 61-297.

GEBREMEDHIN, B.; SCHWAB, G. **The economic importance of crop rotation systems: evidence from the literature**. Michigan: Department of Agricultural Economics, Michigan State University, 1998. p. 1-26. (Staff Paper, 98-13).

ARAUJO, L.V. de; SOARES, J.G.; GODINHO, V. de P.C.; BROGIN, R.L.; OLIVEIRA, D.M. de; UTUMI, M.M.; BOTELHO, F.J.E. **Custo de Produção de Soja Convencional no**

Sistema Plantio Direto, safra 2015/2016, na Região do Cone Sul de Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2019. 7p.

GUPTA, S.; DIKSHIT, A.K. Biopesticides: an ecofriendly approach for pest control. **Journal of Biopesticides**, v. 3, s/n, p. 186, 2010.

GOMES JR, F.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, p. 789-798, 2008.

INKOTTE, J.; CUNHA, G.O.M.; BARBOZA, B.B.; FRIEDERICHS, A.; SANTOS, H.J.; CAMPOS, D.V.B. **Capacidade de troca de cátions (CTC) e carbono orgânico de fertilizantes organominerais.** In: Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 9., Lages. Anais. Viçosa: SBCS, 2012.

KUSS, C.C.; ROGGIA, R.C.R.K.; BASSO, C.J.; OLIVEIRA, M.C.N. de; PIAS, O.H. de C.; ROGGIA, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p. 527-536, 2016.

LECHENET, M.; BRETAGNOLLE, V.; BOCKSTALLER, C.; BOISSINOT, F.; PETIT, M-S.; PETIT, S.; Reconciling pesticide reduction with economic and environmental sustainability in arable farming. **PloS one**, v. 9, n. 6, p. e97922, 2014.

LAVORATO, M.P.; BRAGA, M.J. Custos de produção da soja no sistema convencional e no de precisão em Mato Grosso do Sul. **Revista de Política Agrícola**, ano 26, n. 3, p. 22-30, 2017.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N. de; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, ano 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MOZZAQUATRO, L.B.; ROSSATO, M.V.; RADDATZ, J.C. Custo-benefício da substituição de insumo químico por biológico no cultivo da soja. In: Congresso USP de Iniciação Científica em Contabilidade, 18., São Paulo. Anais. São Paulo: USP, 2021.

NUNES, J.L. **Custo de produção.** Disponível em <http://www.agrolink.com.br/culturas/soja/CustosProducao>. 2014. Acesso em 06 jun. 2022.

PRETTY, J.; PERVEZ, B.Z. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. **Insects**, v. 6, p. 152–182, 2015.

RIBAS, P.P.; MATSUMURA, A.T.S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, v.10, n.14, p.149-158, 2009.

RICHETTI, A.:. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2013/2014, em Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2021. 11p. (Comunicado Técnico, 262).

SKAF, L.; BIONOCORE, E.; DUMONTET, S.; CAPONDE, R.; FRANZESE, P.P. Food security and sustainable agriculture in Lebanon: An environmental accounting framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 209, n. 2, p.1025-1032, 2019.

SMITH, J.K.; JOHNSON, A.B.; GARCIA, C.D. Role of Bacterial Protectors in Enhancing Efficacy of Biological Control Agents. **Journal of Agricultural Science**, v. 25, n. 3, p. 215-230, 2020.

SOARES, R.M.; RUBIN, S.D.A.L.; WIELEWICKI, A.P.; OZELAME, J.G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1245-1247, 2004.

THANCHAROEN, A.; LANKAEW, S.; MOONJUNTHA, P.; WONGPHANUWAT, T.; SANGTONGPRAOW, B.; NGOENKLAN, R.; KITTIPADAKUL, P.; WYCKHUYS, K.A.G. Effective biological control of an invasive mealybug pest enhances root yield in cassava. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 4, p. 1199-1211, 2018.