

ANÁLISE COMPARATIVA DA VANTAGEM COMPETITIVA ENTRE O CULTIVO DE SOJA TRANSGÊNICA E NÃO TRANSGÊNICA: ESTUDO DE CASO EM UMA FAZENDA NO ESTADO DE GOIÁS

Siqueira, D.R.C.¹; Lima, M. X. V. F.², Vitoy, R.³ Arruda, J. M.⁴

¹Escola Politécnica e de Artes

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia, Goiás - Brasil

RESUMO: Este artigo analisa comparativamente a vantagem competitiva entre o cultivo de soja transgênica e não transgênica em uma fazenda de sequeiro no estado de Goiás, ao longo de dez safras (2016/2017 a 2025/2026). A pesquisa é aplicada, de abordagem quantitativa, com caráter descritivo e comparativo, desenvolvida por meio de estudo de caso com dados reais de custos, produtividade e contratos de comercialização sistematizados em planilhas e avaliados por indicadores econômico-produtivos (custo por hectare e por saca, faturamento, lucro, margem bruta e rentabilidade). Os resultados mostram que não há sistema absolutamente superior: a soja transgênica apresenta maior estabilidade operacional e potencial de liderança em custos, mas, nas médias observadas, opera com custo por hectare mais elevado e exige produtividade cerca de 9,1% maior (aproximadamente 73,2 sc/ha) para igualar o custo unitário da soja convencional. Já a soja não transgênica apresentou menores custos, maiores margens e rentabilidade superior nas duas safras analisadas. Conclui-se que a decisão entre os sistemas deve ser renovada a cada safra, com base em dados, estrutura de custos, condições de mercado e tolerância ao risco da propriedade.

Palavras-chave: Soja transgênica; Soja não transgênica; Vantagem competitiva; Análise comparativa; Estudo de caso.

ABSTRACT: This article presents a comparative analysis of the competitive advantage between transgenic (GMO) and non-transgenic (non-GMO) soybean cultivation on a rain-fed farm in the state of Goiás, Brazil, over ten crop years (2016/2017 to 2025/2026). The study is applied, quantitative, descriptive and comparative, conducted as a case study based on real data on costs, productivity and marketing contracts, organized in spreadsheets and evaluated using economic-productive indicators (cost per hectare and per sack, revenue, profit, gross margin and profitability). The results indicate that neither system is absolutely superior. Transgenic soybean shows greater operational stability and a potential cost-leadership profile, but in the observed averages it presents a higher cost per hectare and requires approximately 9.1% higher productivity (around 73.2 sacks/ha) to match the unit cost of the non-transgenic system. Non-transgenic soybean, in turn, showed lower costs, higher margins and superior profitability in the two seasons evaluated. The study concludes that the choice between transgenic and non-transgenic systems should be reassessed each season, based on data, cost structure, market conditions and the farm's risk tolerance.

Keywords: Transgenic soybean; Non-transgenic soybean; Competitive advantage; Comparative analysis; Case study.

1. Introdução

A soja é um dos principais produtos do agronegócio brasileiro e desempenha papel fundamental na economia do país (EMBRAPA SOJA, 2024). Nos últimos anos, a produção nacional tem sido majoritariamente baseada no cultivo de variedades transgênicas, principalmente desde a popularização do glifosato, herbicida que facilitou o manejo e aumentou a produtividade nas lavouras (EMBRAPA SOJA, 2016). No entanto, uma alternativa tem voltado a ganhar espaço: a soja convencional (não transgênica) (PROTERRA FOUNDATION, 2024). Apesar de pouco explorada nas últimas décadas, essa opção apresenta novas oportunidades de mercado e pode representar vantagens competitivas relevantes para os produtores (CEPEA/ESALQ-USP; ABIOVE, 2024). Uma vez que possibilita um acordo de preço elevado por um produto com uma diferenciação genética (PROTERRA FOUNDATION, 2024).

Nos últimos anos, a demanda por soja não transgênica tem crescido, impulsionada principalmente por mercados internacionais como a União Europeia e a Noruega, que exigem rastreabilidade e valorizam critérios de sustentabilidade e origem do produto (PROTERRA FOUNDATION, 2024; RESPONSIBLE SOY, 2024). Empresas brasileiras como CJ Selecta e Caramuru Alimentos têm ampliado suas operações nesse segmento, oferecendo contratos mais atrativos e parcerias estáveis a produtores que optam por esse modelo (PREFEITURA DE JATAÍ, 2025). Nesse contexto, compreender os fatores que tornam o cultivo convencional uma alternativa competitiva em relação ao transgênico torna-se fundamental para decisões estratégicas no setor (PORTER, 1990).

Diante desse cenário, o objetivo geral deste trabalho é comparar a vantagem competitiva entre os sistemas de produção de soja transgênica e convencional, em um estudo de caso realizado em uma Fazenda localizada em Goiás, nas safras de 2016/2017 a 2025/2026, considerando aspectos de produtividade, custos e rentabilidade. Os objetivos específicos são: organizar os dados produtivos e de custos, calcular os indicadores econômicos e comparar o desempenho entre os dois sistemas de cultivo.

2. Referencial teórico

A soja é uma das culturas agrícolas mais relevantes do mundo. Do grão extraem-se o óleo vegetal, destinado ao consumo humano, e o farelo, amplamente utilizado na alimentação animal. Por esse motivo, a soja figura entre as principais commodities globais, movimentando bilhões de dólares e exercendo papel central no comércio exterior e na segurança alimentar (EMBRAPA, 2015; CEPEA/ABIOVE, 2024).

No Brasil, a cultura consolidou-se ao lado dos Estados Unidos como uma das maiores do planeta, impulsionada pelo avanço tecnológico, pelo melhoramento genético de sementes e pela expansão da fronteira agrícola sobre o Cerrado, especialmente em estados como Mato Grosso, Goiás e Paraná (EMBRAPA, 2015; VIEIRA FILHO, 2024). Em Goiás, a soja tem importância direta e indireta: além de gerar emprego e renda, estimula cadeias industriais, de transporte e de insumos, configurando-se como eixo estratégico do desenvolvimento regional (VIEIRA FILHO, 2024; CEPEA/ABIOVE, 2024).

Do ponto de vista técnico-produtivo, duas modalidades de cultivo são centrais para a tomada de decisão do produtor: a soja transgênica (geneticamente modificada; GMO) e a soja convencional (não transgênica; não GMO). A soja transgênica foi desenvolvida para conferir resistência a herbicidas, facilitando o manejo e reduzindo custos operacionais em diversos contextos produtivos (EMBRAPA, 2016). Essa alternativa, contudo, envolve pagamento de royalties na compra da semente e requer controle mais rigoroso sobre plantas daninhas resistentes.

A soja convencional, por sua vez, mantém produtividade semelhante em áreas bem manejadas, embora apresente custos mais altos em herbicidas e controle de plantas daninhas. Em contrapartida, esse tipo de soja pode compensar o custo extra na medida em que atende a mercados que exigem grãos e farelos de soja não transgênica, associados a requisitos de rastreabilidade, segregação e certificação, especialmente na União Europeia e em nichos específicos como a Noruega (PROTERRA FOUNDATION, 2024; RESPONSIBLE SOY, 2024a; PREFEITURA DE JATAÍ, 2024).

A literatura e os relatórios de mercado registram a possibilidade de prêmios contratuais entre 5% e 15% sobre o preço da soja padrão para operações certificadas e com cadeia segregada (PROTERRA FOUNDATION, 2024; RESPONSIBLE SOY, 2024a). Na prática, porém, esse diferencial nem sempre aparece de forma explícita no nível da

propriedade rural: o produtor negocia o preço final do contrato com a empresa compradora, e o prêmio, quando existe, tende a estar incorporado ao valor global da operação, como ocorre na fazenda estudada.

Essa distinção técnica e mercadológica influencia diretamente as decisões de produção. O principal destino das exportações de soja brasileira continua sendo a China, que concentra a maior parte da demanda pelo grão e mantém posição de destaque nas compras externas (MAPA, 2024; CEPEA/ABIOVE, 2024). Paralelamente, observa-se um crescimento gradual de mercados que exigem farelo de soja convencional com rastreabilidade e segregação de origem, especialmente na União Europeia e na Noruega, o que estimula empresas como a CJ Selecta e a Caramuru Alimentos a estruturar cadeias específicas de compra local e venda do farelo no exterior (PREFEITURA DE JATAÍ, 2024; PRO-TERRA FOUNDATION, 2024; RESPONSIBLE SOY, 2024a).

Nesse contexto, o produtor rural tende a optar entre dois posicionamentos: o modelo transgênico, voltado à escala e à previsibilidade de custos, e o modelo convencional, orientado à diferenciação e à possibilidade de maior valor agregado em contratos direcionados a nichos de mercado.

Para fins de análise comparativa, utilizam-se indicadores econômicos simples e objetivos — custo total por hectare, produtividade (sc/ha), receita por hectare, margem e retorno sobre o investimento — que permitem avaliar a eficiência produtiva de cada sistema e identificar qual oferece melhor desempenho em contexto real (CEPEA/ABIOVE, 2024; SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2015). Esses indicadores estão alinhados às práticas de análise de desempenho produtivo empregadas na literatura de administração da produção e de estudos setoriais da cadeia da soja (MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015; CEPEA/ABIOVE, 2024).

Estudos de caso recentes em regiões produtoras de Goiás mostram que tanto sistemas transgênicos quanto convencionais podem apresentar resultados economicamente viáveis, dependendo da estrutura de custos, da produtividade alcançada e das condições de comercialização de cada safra (NEW SCIENCE, 2023; CEPEA/ABIOVE, 2024). De modo geral, observa-se que a soja transgênica tende a operar com custos diretos de manejo menores e maior previsibilidade operacional, enquanto a soja não transgênica pode

alcançar rentabilidade superior quando a propriedade consegue acessar mercados diferenciados e contratos com prêmios de preço.

Do ponto de vista estratégico, a literatura clássica define vantagem competitiva como a capacidade de produzir com maior eficiência ou oferecer um produto diferenciado (PORTER, 1990). A soja transgênica aproxima-se de uma estratégia de liderança em custos, baseada em escala, padronização e redução de custo unitário, enquanto a soja convencional se relaciona a uma estratégia de diferenciação, sustentada por atributos de qualidade percebida, rastreabilidade e adequação a requisitos específicos de mercado (BARNEY, 1991; TEECE, 2018; PORTER, 1990).

3. Materiais e Métodos

3.1 O Tipo e natureza da pesquisa

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa e caráter descritivo e comparativo, ela aplica dados reais para resolver um problema prático, usando números para descrever e comparar o desempenho de dois sistemas produtivos. desenvolvida por meio de um estudo de caso realizado em uma Fazenda localizada entre os municípios de Bela Vista de Goiás e São Miguel do Passa Quatro, região Centro-Sul do estado de Goiás. O objetivo é analisar a evolução econômica e produtiva do cultivo de soja ao longo de dez safras consecutivas, comparando o desempenho entre os sistemas transgênico e convencional (não transgênico), com base em dados de contratos, custos e produtividade.

3.2 Delineamento e objeto de estudo

A área analisada compreende 435 hectares de sequeiro, ou seja, uma área não irrigada, cuja produtividade depende exclusivamente das chuvas naturais e das condições climáticas da safra. A Fazenda cultiva soja há mais de três décadas, utilizando práticas agrícolas mecanizadas e tecnificadas. Porém o estudo foi limitado às áreas de sequeiro para manter os dados homogêneos, já que o cultivo irrigado apresenta produtividade, custos e variabilidade totalmente diferentes. Incluir pivôs criaria uma série histórica inconsistente e impediria comparações diretas entre as safras. Focar apenas no sequeiro assegura uniformidade no manejo, na dependência climática e na estrutura de custos analisada.

O período de análise abrange as safras de 2016/2017 a 2025/2026, totalizando dez anos agrícolas. Durante esse intervalo, o cultivo foi majoritariamente transgênico, com exceção das duas últimas safras (2024/2025 e 2025/2026), em que a fazenda adotou o sistema convencional (não transgênico).

3.3 Coleta de dados

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos por meio de levantamento documental junto à Fazenda, englobando registros internos de custos, contratos de comercialização e relatórios de produtividade média. Contratos estes que foram firmados com empresas compradoras, como a CJ Selecta de 24/25 e 25/26 e Cargil, entre 2015 a 2024. As informações coletadas foram classificadas em três grupos principais:

3.3.1 Contratos de comercialização:

Incluem o preço de venda por saca (R\$/sc), o volume contratado (em sacas de 60 kg) e o ano de referência. Esses dados permitem calcular o faturamento total contratual (FTC) segundo a fórmula:

$$FTC = P \times V$$

onde P é o preço por saca e V é o volume contratado (em sacas).

3.3.2 Produtividade média por safra (Y):

Indicada em sacas por hectare (sc/ha), associada à área total plantada em cada safra, possibilitando o cálculo da produtividade total (PT):

$$PT = A \times Y$$

onde A representa a área cultivada (ha) e Y a produtividade média (sc/ha).

3.3.3 Custos de produção:

Os custos de produção foram agrupados em quatro categorias principais: sementes; fertilizantes; operacional — que compreende as atividades de plantio, colheita, pulverização e coberturas; e agroquímicos, que englobam herbicidas, inseticidas, fungicidas, foliares e biológicos.

A estrutura adotada privilegia os custos diretamente associados ao processo produtivo, representa os fatores de maior impacto sobre o desempenho econômico da lavoura. Essa abordagem permite mensurar com clareza a eficiência técnica e financeira do cultivo, mantem a comparabilidade entre safras e entre os sistemas transgênico e convencional.

Os valores consolidados em cada categoria refletem o conjunto das despesas efetivas registradas por safra, sistematizadas em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel) para elaboração de tabelas comparativas e cálculo dos indicadores de desempenho.

3.4 Tratamento e análise dos dados

Os dados foram sistematizados e analisados por meio de ferramentas de análise descritiva e comparativa, com base em princípios da Engenharia de Produção, conforme orientação de Vergara (2016) e Slack et al. (2015). Foram elaboradas planilhas dinâmicas e gráficos comparativos no Microsoft Excel, para a observação de tendências, variações e relações entre custos, produtividade e preços ao longo das dez safras.

Com base na estrutura de custos e resultados, serão calculados os seguintes indicadores de desempenho:

3.4.1 Faturamento total (FT):

O faturamento total da safra foi definido como a soma do faturamento contratual total visto anteriormente (FTC) e do faturamento excedente (FTE), explicado abaixo, conforme expressão:

$$FT = FTC + FTE \quad (Eq1)$$

- FTC representa o faturamento total contratual, obtido pela multiplicação do preço por saca acordado no contrato (P_c) pelo volume contratado (V_c):

$$FTC = P_c \times V_c \quad (Eq2)$$

- FTE corresponde ao faturamento excedente, resultante da diferença entre a produção total (PT) e o volume contratado (V_c), vendida ao preço médio do dia (P_d):

$$FTE = (PT - V_c) \times P_d \quad (Eq3)$$

3.4.2 Lucro por hectare (R\$/ha):

$$L_{ha} = \frac{FT - CT}{A} \quad (Eq4)$$

Onde: CT é o custo total de produção (R\$); A é a área plantada (ha). Representa o resultado financeiro líquido por unidade de área, Este indicador permitiu comparar o desempenho econômico dos sistemas de cultivo de forma padronizada, expressando a eficiência do uso dos recursos produtivos, em complemento à margem bruta e à rentabilidade.

3.4.3 Margem Bruta (MB):

$$MB = \frac{(FT - CT)}{FT} \times 100 \quad (Eq5)$$

que expressa a relação entre o faturamento e o custo total.

3.4.4 Rentabilidade média (R%):

$$R = \frac{(FT - CT)}{CT} \times 100 \quad (Eq6)$$

representando o retorno percentual sobre o custo investido

3.4.5 Custo médio de produção por saca (R\$/sc):

$$C_{médio/sc} = \frac{CT}{PT} \quad (Eq7)$$

Onde: PT é a produtividade total (sc), assim, indicando o custo efetivo por unidade produzida, útil para comparações entre sistemas de cultivo e safras com diferentes produtividades.

3.4.6 Custo médio de produção por hectare (R\$/ha):

$$C_{médio} = \frac{CT}{A} \quad (Eq8)$$

Principal indicador de custo utilizado no dia a dia do campo.

3.4.7 Custo relativo por categoria de insumo (%):

$$CR_i = \frac{C_i}{CT} \times 100 \quad (Eq9)$$

Onde C_i é o custo de cada categoria (sementes, fertilizantes, operacional ou agrokímicos). Esses indicadores permitem avaliar a eficiência produtiva e econômica dos sistemas de cultivo ao longo do tempo, bem como identificar padrões de comportamento e mudanças estruturais entre a soja transgênica e a convencional.

3.4.8 Preço relativo (R\$/sc):

$$P_{rel} = \frac{P_c \cdot V_c + P_d \cdot V_e}{V_c + V_e} \quad (Eq10)$$

O preço relativo sintetiza o valor efetivo por saca recebido na safra, combinando o preço do contrato com o preço do excedente, ponderados pelos respectivos volumes. É, portanto, uma média ponderada dos preços praticados.

3.4.9 Correção monetária e estatística descritiva.

Todos Os valores monetários foram atualizados para preços constantes de 2024, eliminando o efeito da inflação com base no Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA/IBGE). A correção foi obtida pelo **índice relativo a 2024**, calculado de forma acumulada a partir das variações anuais do IPCA, conforme: $V_{2024} = \frac{V_t}{\text{Índice}_{t \rightarrow 2024}}$. Onde V_t é o valor nominal e $\text{Índice}_{t \rightarrow 2024}$ representa o fator de atualização para 2024.

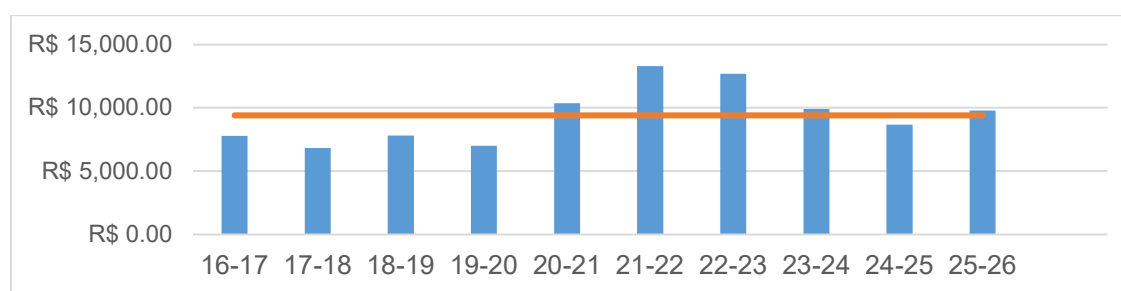
3.5 Limitações da pesquisa

Destaca-se como limitação o fato de o sistema convencional ter apenas duas safras disponíveis para análise. Esse curto intervalo reduz a robustez estatística das conclusões sobre o desempenho do cultivo não transgênico, ainda que os dados disponíveis indiquem padrões consistentes de custo e rentabilidade.

4. Resultados e Discussão

O Apêndice A sintetiza, para cada safra de 2016/17 a 2025/26 e para cada sistema (transgênico e convencional), produtividade (sc/ha), custo por hectare (R\$), custo por saca (R\$), preço contratado (R\$/sc), faturamento por hectare (R\$), lucro por hectare (R\$), margem bruta (%) e ROI (%), além da participação de sementes, fertilizantes, operacional e agroquímicos no custo total. Os dados foram consolidados a partir de levantamento documental e registros internos, com padronização de unidades e verificação de consistência. O Apêndice A, portanto, é apresentado em preços corrigidos e oferece a visão inicial da série que serve de base para a análise e para a leitura da estrutura de custos nas subseções seguintes.

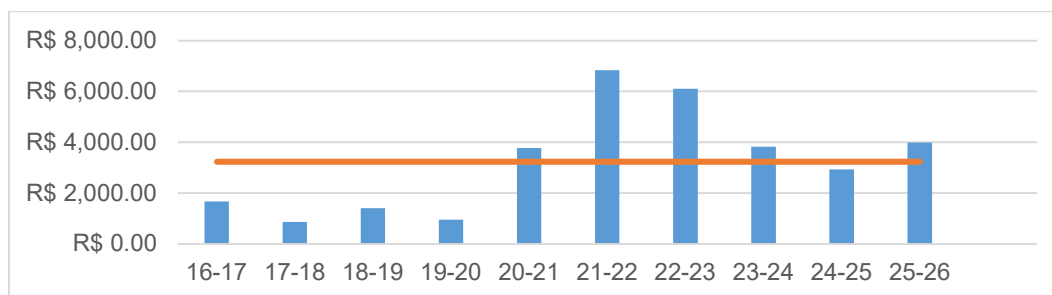
Figura 1: Faturamento Total/ha



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 1 demonstra que o faturamento por hectare evolui de ~R\$ 7,8 mil/ha (2016/17) para um pico de ~R\$ 13,3 mil/ha (2021/22), mantendo nível elevado em 2022/23 (~R\$ 12,7 mil/ha). Entre 2016/17 e 2019/20 trata-se de um período de dificuldades, com baixa lucratividade e instabilidade. A partir de 2020/21, com a alta dos preços da soja, inicia-se uma fase de recuperação que culmina nesse pico e na forte melhora dos resultados. Esse movimento acompanha a trajetória de preços descrita nos relatórios setoriais da cadeia da soja, que registram forte valorização das cotações e expansão das exportações brasileiras nesse período (CEPEA/ESALQ-USP; ABIOVE, 2024; MAPA, 2024). Nas safras seguintes o faturamento recua para ~R\$ 9,9 mil/ha (2023/24) e ~R\$ 8,7 mil/ha (2024/25), com leve recomposição em 2025/26 (~R\$ 9,8 mil/ha). O ápice situa-se no período transgênico, enquanto as duas últimas safras, já com soja convencional, operam em patamar intermediário de desempenho (faixa de 8,7–9,8 mil/ha), o que orienta a decomposição posterior em lucro, margens e custos.

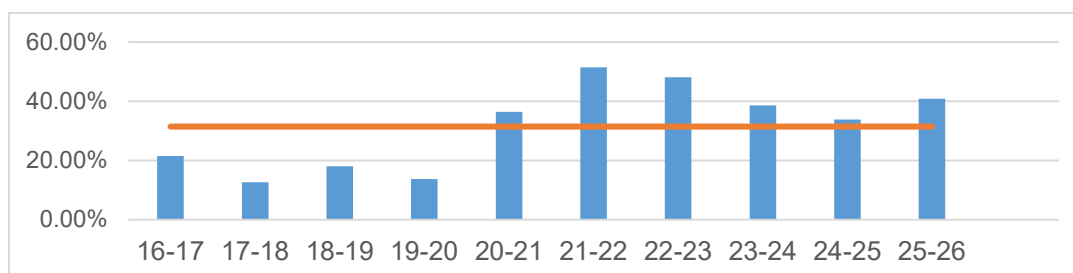
Figura 2: Lucro/ha



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 2 demonstra o Lucro por hectare ao longo das últimas 10 safras, já corrigido pelo IPCA. De 2016/17 a 2019/20 os lucros ficam em níveis modestos ($\approx$ R\$ 0,9–1,7 mil/ha), caracterizando um período de dificuldades em que a fazenda chegou a considerar a venda por problemas financeiros. A partir de 2020/21 inicia-se a fase de recuperação, com alta dos preços da soja. Padrão semelhante de recuperação de margens após a valorização da commodity também foi observado em estudos de caso na região Sudoeste de Goiás, onde a melhoria de preços permitiu recompor a rentabilidade de produtores de soja (SOUZA et al., 2025; CEPEA/ESALQ-USP; ABIOVE, 2024). O lucro acelera e atinge o pico em 2021/22 ($\approx$ R\$ 6,8 mil/ha), mantendo patamar elevado em 2022/23 ($\approx$ R\$ 6,1 mil/ha). Em seguida, os resultados se normalizam, reduzindo-se para $\approx$ R\$ 3,8 mil/ha (2023/24) e $\approx$ R\$ 2,9 mil/ha (2024/25), com recomposição para $\approx$ R\$ 4,0 mil/ha em 2025/26. Assim como no faturamento, o ápice concentra-se no período transgênico, enquanto as duas últimas safras, convencionais, exibem lucro em nível intermediário de desempenho e rentabilidade, preparando a leitura das Figuras 3 e 4 (margem e ROI).

Figura 3: Margem Bruta (%)

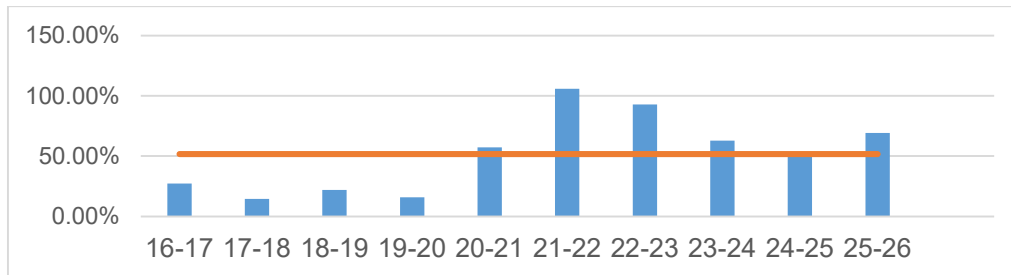


Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 3 demonstra a Margem bruta ao longo das últimas 10 safras. De 2016/17 a 2019/20, a margem fica em torno de 12–22%, marcando a fase de dificuldade. A partir de 2020/21, ela sobe com força, atinge o pico em 2021/22 ($\sim$ 51%) e permanece alta em 2022/23. Nas três últimas safras, há normalização em patamar intermediário ($\approx$ 34–41%),

com as duas safras finais, já de soja convencional, indicando estabilidade. Esse comportamento ilustra o papel da margem como indicador de desempenho econômico-operacional, alinhado à utilização de métricas simples, porém robustas, para avaliar processos produtivos, conforme sugerido por Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015).

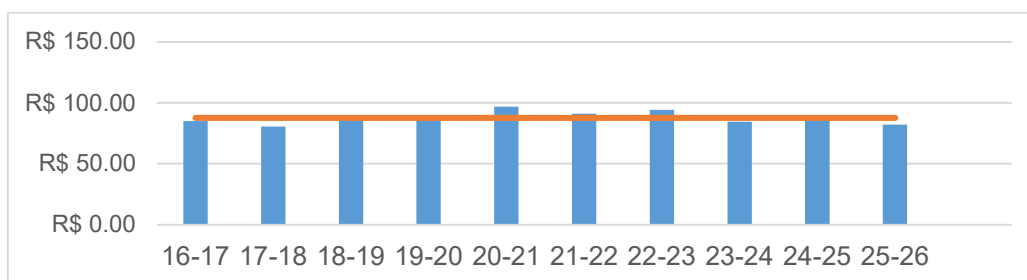
Figura 4: Rentabilidade (%)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

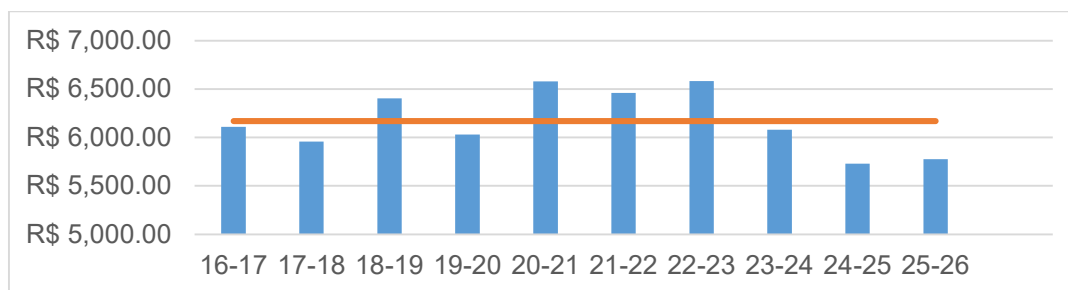
A Figura 4 demonstra a Rentabilidade (ROI) nas mesmas 10 safras. Entre 2016/17 e 2019/20, o retorno é baixo ($\approx 14\text{--}27\%$), compatível com o período de crise. A partir de 2020/21, o ROI acelera, atinge o ápice em 2021/22 (acima de 100%) e segue elevado em 2022/23. Nas três últimas safras ocorre normalização, com 62,9%, 51,0% e 69,1%; em termos práticos, nas duas safras convencionais cada R\$ 1,00 em custo gera cerca de R\$ 0,51–0,69 de lucro. Esse tipo de indicador é coerente com a literatura de Engenharia de Produção, que recomenda o uso de medidas de retorno sobre o investimento para comparar sistemas produtivos em diferentes contextos (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2015; CEPEA/ESALQ-USP; ABIOVE, 2024).

Figura 5: Custo médio/sc



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

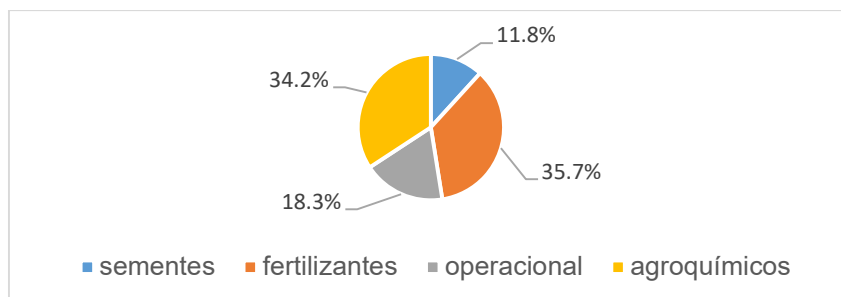
Figura 6: Custo médio/ha (%)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

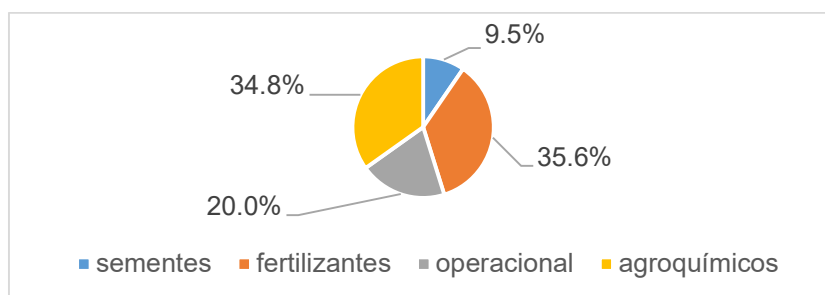
A Figura 5 e a Figura 6 demonstram o custo médio por saca de 60 kg e o custo médio por hectare ao longo das últimas 10 safras, já corrigidos pelo IPCA. Os custos/ha permanecem elevados e relativamente estáveis de 2016/17 a 2019/20, acompanhando o período de baixa lucratividade, seguem altos em 2020/21–2022/23 ($\approx$ R\$ 6,0–6,6 mil/ha) e recuam nas duas últimas safras, já com soja convencional, para cerca de R\$ 5,7 mil/ha, abaixo do que seria esperado para esse sistema. O custo/sc oscila em faixa semelhante ($\approx$ R\$ 80–97/sc), com máximos no ciclo de preços altos e redução ao final da série. O custo por hectare (CT/A) depende apenas da área cultivada, enquanto o custo por saca (CT/PT) incorpora a produtividade; juntos, mostram de forma mais clara como mudanças em manejo, tecnologia e preços de insumos explicam a normalização de margem e ROI.

Figura 7: Média de Custo relativo por categoria de insumo (Transgênica)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Figura 8: Média de Custo relativo por categoria de insumo (Convencional)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 7 e a Figura 8 demonstram a média de custo relativo por categoria de insumo nos sistemas Transgênico e Convencional ao longo das 10 safras. A estrutura é muito parecida: fertilizantes e agroquímicos somam cerca de 70% do custo/ha em ambos, o que mostra que a principal alavanca econômica está nesses dois grupos. A diferença surge nas parcelas menores: na soja transgênica, o peso de sementes é maior ($\approx 12\%$) por conta dos royalties e da tecnologia incorporada às cultivares; já na soja convencional, cresce o custo operacional ($\approx 20\%$), porque não se utiliza glifosato e são necessárias mais operações de cobertura e controle de plantas daninhas. O gasto com agroquímicos permanece em patamar semelhante entre os sistemas, o glifosato encarece a transgênica, enquanto a convencional compensa com maior número e variedade de defensivos. Em conjunto, esses dados ajudam a entender por que pequenas variações em fertilizantes e agroquímicos explicam boa parte das oscilações de margem e ROI observadas nas Figuras 3 e 4.

4.1 Análise Estatística e Síntese Comparativa dos Sistemas

A análise estatística presente no Apêndice B sintetiza a comparação entre os sistemas. Em média, a soja convencional opera com menor custo por hectare (R\$ 5.751,50/ha) e por saca (R\$ 85,74/sc) do que a transgênica (R\$ 6.274,20/ha e R\$ 88,17/sc), obtendo também maior lucro por hectare, margem bruta (37,3% vs. 30,0%) e rentabilidade (60,0% vs. 49,8%). Além disso, os coeficientes de variação mostram que o convencional apresenta menor volatilidade em faturamento, lucro e margens, ainda que sua série histórica seja mais curta. Na prática, o sistema convencional aparece como mais eficiente economicamente e financeiramente equilibrado no período analisado.

À luz de Porter (1990), porém, os arquétipos estratégicos continuam distintos: a soja transgênica é, em tese, o sistema desenhado para liderança em custos (maior escala, mecanização e uso de tecnologia para reduzir custo unitário), enquanto a soja convencional se aproxima de uma estratégia de diferenciação, voltada a nichos específicos e potenciais prêmios de mercado. Partindo da definição de custo por saca:

$$C_{sc} = \frac{CT}{PT},$$

a transgênica será “líder em custos” quando seu custo unitário for menor que o da convencional, isto é,

$$C_{sc}^{(T)} < C_{sc}^{(C)} \Rightarrow \frac{CT_{ha}^{(T)}}{PT^{(T)}} < \frac{CT_{ha}^{(C)}}{PT^{(C)}} \Rightarrow \frac{PT^{(T)}}{PT^{(C)}} > \frac{CT_{ha}^{(T)}}{CT_{ha}^{(C)}}$$

Com os valores médios pós-IPCA deste estudo $CT_{ha}^{(T)} = 6.274,20$ e $CT_{ha}^{(C)} = 5.751,50$, obtém-se

$$\frac{PT^{(T)}}{PT^{(C)}} > \frac{6.274,20}{5.751,50} \approx 1,091,$$

o que implica uma exigência mínima de cerca de 9,1% a mais de produtividade da transgênica em relação à convencional para que ela assuma, na prática, a liderança em custos. Em termos absolutos, o ponto de equilíbrio (break-even) de produtividade da transgênica para igualar o custo por saca da convencional (85,74 R\$/sc) é dado por

$$PT_*^{(T)} = \frac{CT_{ha}^{(T)}}{C_{sc}^{(C)}} = \frac{6.274,20}{85,74} \approx 73,18 \text{ sc/ha.}$$

Ou seja, a partir de aproximadamente 73,2 sc/ha, a soja transgênica iguala ou supera o custo por saca da convencional, mesmo com CT/ha maior. Assim, o argumento de Porter, neste caso, indica que a soja transgênica mantém um posicionamento estratégico de liderança em custos em potencial, mas que essa vantagem ainda não se concretizou integralmente nas médias observadas, enquanto a soja convencional, mesmo associada teoricamente à diferenciação, mostra-se atualmente competitiva em custos e com desempenho econômico consistente.

5. Conclusão

O estudo atingiu o objetivo de comparar a vantagem competitiva entre os sistemas de produção de soja transgênica e convencional em uma fazenda de Goiás ao longo de dez safras, reuniu e organizou dados reais de custo, produtividade e contratos, calculou indicadores econômico-produtivos e analisou o desempenho relativo de cada sistema. A partir dessa consolidação, tornou-se possível compreender como a combinação entre custo por hectare, produtividade e preço de venda molda o resultado econômico no campo. Neste trabalho, a comparação entre os sistemas tomou como parâmetros centrais o custo por hectare, o custo por saca, o lucro por hectare, a margem bruta e a rentabilidade, complementados pela análise da volatilidade desses indicadores ao longo das safras.

Os resultados mostram que nenhum sistema apresenta superioridade absoluta em todos os critérios, embora, pelos parâmetros econômico-financeiros adotados (custo por hectare e por saca, margem e rentabilidade), a soja convencional apresente vantagem no recorte analisado. A soja transgênica confirmou maior estabilidade produtiva e operacional, alinhada ao arquétipo de liderança em custos descrito por Porter, mas essa liderança não se materializou plenamente no período analisado: seus custos por hectare foram superiores e, para competir pelo menor custo unitário (R\$/saca), seria necessária uma produtividade mínima cerca de 9,1% maior, ou aproximadamente 73,2 sc/ha, para alcançar o ponto de equilíbrio em relação ao sistema convencional. Já a soja convencional, teoricamente associada à diferenciação e ao atendimento de nichos específicos, apresentou custos menores, margens mais altas e rentabilidade superior nas duas safras avaliadas, indicando um desempenho econômico consistente.

O estudo evidencia a importância de decisões baseadas em dados, análise temporal, estrutura de custos e estatística descritiva para entender o comportamento real de sistemas produtivos agrícolas. Mostra também que a competitividade no campo é dinâmica: varia conforme preços internacionais, condições climáticas, custos de insumos, contratos disponíveis e tolerância ao risco. Assim, a escolha entre transgênica e convencional não deve ser tomada como uma decisão fixa, mas como uma decisão gerencial renovada a cada safra, orientada por indicadores e reforçada pela capacidade da propriedade de operar com eficiência, adaptar-se ao mercado e manter consistência operacional.

6. Referências Bibliográficas

AGROLINK — O Portal do Conteúdo Agropecuário. Histórico de cotações: soja em grão (60 kg) – Estado de Goiás. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/go/soja-em-grao-sc-60kg>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, v. 17, n. 1, p. 99–120, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>. Acesso em: 19 out. 2025.

CEPEA/ESALQ-USP; ABIOVE. Cadeia da soja e do biodiesel: PIB, empregos e comércio exterior – 4º trimestre de 2023. Piracicaba: CEPEA, 2024. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/Relat%C3%B3rio%20-%20Cadeia%20da%20Soja%20e%20biodiesel%20-%204T2023%281%29.pdf>. Acesso em: 19 out. 2025.

EMBRAPA SOJA. Soja em números (safra 2023/24). Londrina: Embrapa Soja, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> . Acesso em: 19 out. 2025.

EMBRAPA SOJA. Avaliação do uso de glyphosate em soja geneticamente modificada e sua relação com o ácido chiquímico. Londrina: Embrapa Soja, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/936566/avaliacao-do-uso-de-glyphosate-em-soja-geneticamente-modificada-e-sua-relacao-com-o-acido-chiquimico> . Acesso em: 19 out. 2025.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MANDARINO, J. M. G.; HIRAKURI, M. H.; ROESSING, A. C. Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1019071/1/Doc171OL.pdf> . Acesso em: 19 out. 2025.

MAPA — Ministério da Agricultura e Pecuária. Exportações do agronegócio brasileiro batem recorde e alcançam US\$ 14,19 bilhões em setembro — China é principal destino. Brasília: MAPA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agro-brasileiro-batem-recorde-e-alcancam-us-14-19-bilhoes-em-setembro> . Acesso em: 05 nov. 2025.

PORTER, M. E. The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press, 1990.

PREFEITURA DE JATAÍ. Mercado de soja convencional em expansão: Jataí acompanha lançamento de variedades inovadoras da Caramuru. 2025. Disponível em: <https://www.jatai.go.gov.br/mercado-de-soja-convencional-em-expansao-jatai-acompanha-lancamento-de-variedades-inovadoras-da-caramuru/> . Acesso em: 19 out. 2025.

PROTERRA FOUNDATION. The 2024 Non-GMO soybean crop in Brazil: unforeseen factors impacting production. 2024. Disponível em: <https://www.proterrafoundation.org/news/the-2024-non-gmo-soybean-crop-in-brazil-unforeseen-factors-impacting-the-production/> . Acesso em: 19 out. 2025.

RESPONSIBLE SOY (RTRS). Soja brasileira lidera certificação RTRS no mercado internacional. 2024. Disponível em: <https://responsiblesoy.org/soja-brasileira-lidera-certificacao-rtrs-mercado-internacional?lang=pt-br> . Acesso em: 19 out. 2025.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SOUZA, S. S.; GUIMARÃES, B. V. C.; AQUINO, C. F.; MENDES, L. K. L. Avaliação de custos e lucratividade da produção de soja no município de Rio Verde – GO: um estudo de caso. Revista Aracê (New

Science), v. 7, n. 7, p. 40398–40410, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newscience-publ.com/arace/article/view/6803> . Acesso em: 19 out. 2025.

TEECE, D. J. Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, v. 51, n. 1, p. 40–49, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007> . Acesso em: 19 out. 2025.

VIEIRA FILHO, J. E. R. A cadeia produtiva de soja e o desenvolvimento econômico e regional no Brasil. Texto para Discussão n. 3042. Rio de Janeiro: Ipea, 2024. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/14781/1/TD3042_web.pdf . Acesso em: 19 out. 2025.

VERGARA, Sylvia Constant. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Disponível em: https://books.google.com/books/about/Estudo_de_Caso_5_Ed.html?id=EtOyBQAAQBAJ . Acesso em: 05 nov. 2025.

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante Diogo Rodrigues da Cunha Siqueira do Curso de 0037 - Engenharia de Produção matrícula 20231003700030, telefone: 62998506450 e-mail drcs.ufsm@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

Análise Comparativa da Vantagem Competitiva entre o Cultivo de Soja Transgênica e Não Transgênica: Estudo de Caso em uma Fazenda no Estado de Goiás, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 09 de Setembro de 2025.

Assinatura do autor: _____

Nome completo do autor: Diogo Rodrigues da Cunha Siqueira

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: