



INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO, DESENVOLVIMENTO E PESQUISA

CURSO DE ECONOMIA

JÉSSYCA MARTINS SANTOS

**TEM CRÉDITO QUEM É PRODUTIVO OU É PRODUTIVO QUEM TEM CRÉDITO?
O CASO BRASILEIRO**

Brasília- DF

2025

JÉSSYCA MARTINS SANTOS

TEM CRÉDITO QUEM É PRODUTIVO OU É PRODUTIVO QUEM TEM CRÉDITO?
O CASO BRASILEIRO

Projeto de Pesquisa do Curso de Economia do
Instituto Brasileiro de Ensino,
Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Orientador: Prof. Dr. LUIZ AUGUSTO
FERREIRA MAGALHÃES – Professor
Orientador Instituto Brasileiro de Ensino,
Desenvolvimento e Pesquisa (IDP)

Brasília - DF

2025

JÉSSYCA MARTINS SANTOS

TEM CRÉDITO QUEM É PRODUTIVO OU É PRODUTIVO QUEM TEM CRÉDITO?
O CASO BRASILEIRO.

Projeto de Pesquisa do Curso de Economia do
Instituto Brasileiro de Ensino,
Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Orientador: Prof. Dr. Luiz Augusto Ferreira
Magalhães – Professor Orientador Instituto
Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa
(IDP)

Brasília, ____ de ____ de 2025

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luiz Augusto Ferreira Magalhães Orientador Instituto Brasileiro de Ensino,
Desenvolvimento e Pesquisa (IDP)

Prof(a). Examinadora Interna Giuliana Marques Barbosa Araújo Instituto Brasileiro de
Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP)

Examinador externo Dr. José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada (Ipea)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar a relação entre o crédito rural de custeio e o rendimento agrícola da soja em 11 estados brasileiros, no período compreendido entre as safras de 2013/14 e 2023/24. Busca-se compreender em que medida os recursos destinados ao custeio da produção agrícola impactam o desempenho produtivo do cultivo da soja.

Os resultados indicam que o crédito de custeio, de forma isolada, não apresenta uma associação robusta com o aumento do rendimento agrícola. Em determinados contextos, observou-se, inclusive, efeitos levemente negativos. O primeiro modelo estimado sugere a existência de uma possível relação bidirecional entre crédito de custeio e rendimento, apontando que o desempenho agrícola também pode influenciar a alocação de crédito. O segundo modelo, voltado às variações temporais, reforça a ausência de uma correspondência direta entre o aumento do crédito e os ganhos de rendimento.

A metodologia adotada fundamenta-se na estimação de Equações Simultâneas por Mínimos Quadrados em Dois Estágios (Two-Stage Least Squares – 2SLS), utilizando dados em painel agregados anualmente por unidade federativa, com o intuito de lidar com possíveis problemas de endogeneidade e capturar relações causais.

Os achados evidenciam que, embora o crédito rural de custeio represente um importante instrumento de apoio à produção agrícola, seus efeitos sobre o rendimento dependem de um conjunto de condições complementares, como acesso a tecnologias, infraestrutura adequada, qualificação técnica e eficiência na gestão dos recursos. Dessa forma, o estudo contribui para o entendimento da dinâmica entre financiamento agrícola e rendimento, oferecendo subsídios para o aperfeiçoamento das estratégias voltadas ao fortalecimento do setor agropecuário.

Palavras-chave: Crédito Rural, Rendimento Agrícola, Soja, Regressão com Variáveis Instrumentais, Two-Stage Least Squares, Agricultura Brasileira.

ABSTRACT

This study aims to analyze the relationship between rural credit for production costs and soybean yield in 11 Brazilian states during the crop years from 2013/14 to 2023/24. The objective is to understand to what extent the resources allocated to agricultural production costs influence the yield performance of soybean cultivation.

The results indicate that production cost credit, when considered in isolation, does not exhibit a strong association with increased agricultural yield. In certain contexts, slightly negative effects were even observed. The first estimated model suggests the possibility of a bidirectional relationship between cost credit and yield, indicating that agricultural performance may also influence credit allocation. The second model, focused on temporal variations, reinforces the absence of a direct link between credit expansion and yield gains.

The methodology is based on the estimation of Simultaneous Equations using Two-Stage Least Squares (2SLS), with panel data aggregated annually by state, aiming to address potential endogeneity issues and to capture causal relationships.

The findings show that, although rural credit for production costs is an important instrument to support agricultural production, its effects on yield depend on a set of complementary conditions, such as access to technology, adequate infrastructure, technical training, and efficient resource management. Thus, this study contributes to a better understanding of the dynamics between agricultural financing and yield, offering insights to enhance strategies aimed at strengthening the agricultural sector.

Keywords: Rural Credit, Agricultural Yield, Soybeans, Instrumental Variable Regression, Two-Stage Least Squares, Brazilian Agriculture.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estatística Descritiva relativa às principais variáveis quantitativas.	14
Tabela 2-Resultado das estimações do modelo 1 de equações simultâneas em nível	24
Tabela 3 - Resultado das estimações do modelo 2 de equações simultâneas em variação (%)	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IDP	Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa
SPE	Secretaria de Política Econômica (do Ministério da Fazenda)
PIB	Produto Interno Bruto
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
LSPA	Levantamento Sistemático da Produção Agrícola
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONAMP	Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
BACEN	Banco Central do Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
IMEA	Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PTF	Produtividade Total dos Fatores
VBP	Valor Bruto da Produção Agropecuária
MQ2E / 2SLS	Mínimos Quadrados em Dois Estágios (Two-Stage Least Squares)
IV Regression	Regressão com Variáveis Instrumentais
SICOR	Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro
UF	Unidade da Federação
DF	Distrito Federal
GO	Goiás
MA	Maranhão
MG	Minas Gerais
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
PI	Piauí
PR	Paraná
RS	Rio Grande do Sul
SP	São Paulo
TO	Tocantins

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1 IMPORTÂNCIA DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA	5
2.2 CRÉDITO RURAL: DEFINIÇÃO E IMPORTÂNCIA	6
2.3 RELAÇÃO ENTRE CRÉDITO RURAL E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA.....	9
3. METODOLOGIA	11
3.1 DA NATUREZA E ABORDAGEM DA PESQUISA.....	11
3.2 DA FUNDAMENTAÇÃO EMPÍRICA: DADOS E INSTRUMENTOS DE COLETA.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5. CONCLUSÃO	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

A importância do agronegócio no PIB nacional é visível, chegando a ter 27,4% de participação no mesmo (CEPEA, 2022). O agronegócio brasileiro vem conquistando espaço no mercado mundial. O Brasil se consolidou como um dos principais protagonistas do agronegócio mundial, sendo o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do planeta e entre 2000 e 2020, ampliando significativamente sua participação no mercado internacional, destacando-se na produção e exportação de soja, milho, algodão, açúcar e café, respondendo assim, por grande parte do comércio global de soja e é o maior produtor mundial de açúcar e café, além de possuir o maior rebanho bovino do mundo, que sustenta sua liderança na exportação de carne bovina (Embrapa, 2021).

Dentre os grãos, a soja se destaca. De acordo com o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), realizado pelo IBGE (2024), a soja é o principal produto agrícola brasileiro, tanto em volume quanto em valor econômico, o que comprova sua importância estratégica para a economia nacional. Ainda segundo o portal Mais Agro (2024), embora a história da soja no Brasil seja relativamente recente, sua expansão foi rápida e impressionante, posicionando o país como o maior produtor e exportador mundial dessa commodity.

Dentro desse contexto nacional, a região Centro-Oeste se sobressai como principal produtora. Com base na série histórica de grãos da CONAB (2025) na safra 2023/2024 o Centro Oeste tem a maior área destinada para soja, sendo 46,13% da área brasileira, tendo como clima, e quantidade de solo rico propícios para o cultivo, atraindo investimentos e promovendo inovação para a agricultura da região.

Nesse contexto, o crédito rural, criado em 1965, passou a desempenhar um papel fundamental como impulsionador do desenvolvimento agrícola no país. Os produtores de diferentes portes pequenos (Pronaf), médios (Pronamp) e grandes, os mesmos utilizam os recursos concedidos pelas instituições financeiras de diversas maneiras em suas propriedades, como no investimento em novos equipamentos, aquisição de animais, custeio de matérias-primas para o cultivo, comercialização e até na industrialização da produção. Dentre todas as finalidades, destaca-se o uso do crédito para o custeio da safra, especialmente relevante para os agricultores do Pronaf e do Pronamp. Desde sua criação, o crédito rural se tornou um apoio constante ao produtor, proporcionando não apenas segurança financeira ao

processo produtivo, mas também contribuindo diretamente para o aprimoramento e o crescimento da produtividade agrícola (Banco Central do Brasil). Nesse cenário, o crédito rural se apresenta como uma importante variável que pode influenciar o rendimento da soja, pois através do crédito rural os agricultores podem ter acesso a recursos para financiar recursos necessários para manter e aprimorar o rendimento Agrícola.

Diante da relevância do crédito rural para o desempenho do setor agrícola, diversos estudos nacionais e internacionais têm investigado a relação entre crédito e rendimento agrícola, geralmente com resultados positivos. No contexto brasileiro, pesquisas como as de Gasques et al. (2017) e Santos et al. (2020) indicam que o crédito rural está associado ao aumento da produção agrícola e, em alguns casos, à produtividade. No entanto, esses estudos, em sua maioria, tratam a relação de forma unidirecional assumindo que o crédito influencia o rendimento agrícola sem considerar a possibilidade de que o rendimento agrícola também possa influenciar a alocação de crédito, especialmente em um sistema financeiro baseado no histórico de desempenho e risco, como é o caso do Brasil.

A adoção de modelos de equações simultâneas representa um avanço metodológico importante em relação aos estudos anteriores, pois permite captar a possível causalidade bidirecional entre crédito e rendimento agrícola, corrigindo o viés de endogeneidade presente em regressões convencionais. Com o uso de variáveis instrumentais, obtêm-se estimativas mais consistentes e robustas, permitindo uma análise mais precisa das interações entre essas variáveis. Além disso, a utilização de dados em painel para os 11 estados brasileiros ao longo de dez safras (2014/15 a 2023/24) incorpora as heterogeneidades regionais e temporais, ampliando a validade externa dos resultados.

Nesse contexto, a principal pergunta de pesquisa que orienta este estudo é: existe uma relação simultânea e significativa entre o crédito rural de custeio e a rendimento da soja nos estados analisados? Também se investiga em que medida essas variáveis se influenciam mutuamente ao longo do tempo. Ao responder a essas questões, o presente trabalho pretende contribuir com a literatura ao oferecer evidências empíricas mais robustas sobre a dinâmica entre financiamento agrícola e desempenho produtivo, subsidiando políticas públicas mais eficazes e alinhadas às reais interdependências do setor agropecuário brasileiro.

Para orientar a investigação proposta neste estudo, foram formuladas duas hipóteses centrais. Hipótese: existe uma relação simultânea e positiva entre o crédito rural destinado ao custeio da produção de soja e o rendimento da soja nos estados analisados.

A hipótese parte do pressuposto de que, dentro de um mesmo ciclo agrícola, há uma relação de interdependência entre o crédito e o rendimento agrícola. Por um lado, o crédito de custeio viabiliza o acesso a insumos, tecnologias e práticas de manejo que resultam em maior eficiência do rendimento agrícola. Por outro lado, produtores com alto rendimento agrícola tendem a ser vistos como menos arriscados pelas instituições financeiras, o que pode facilitar o acesso ao crédito ainda na mesma safra. Dessa forma, essa hipótese pressupõe uma interação bidirecional contemporânea, em que o crédito influencia o rendimento agrícola e, simultaneamente, o rendimento agrícola impacta o volume de crédito concedido no mesmo período.

Com base na perguntas de pesquisa e na hipótese formulada, o objetivo geral desta pesquisa é analisar os efeitos e as relações simultâneas e positivas entre o crédito rural destinado ao custeio e o rendimento da soja nos estados analisados, considerando tanto os impactos diretos quanto as variações observadas ao longo das safras de 2014/15 a 2023/24. Os objetivos específicos são: (i) investigar a existência de uma relação simultânea e positiva entre o crédito rural de custeio e rendimento da soja; (ii) analisar se o crédito rural destinado ao custeio influencia significativamente no rendimento da soja ao longo do tempo; (iii) avaliar se o rendimento da soja exerce influência sobre a destinação do crédito rural de custeio nas safras subsequentes.

Para atingir esses objetivos, adotou-se uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa e explicativa, com foco na investigação de relações causais entre o crédito rural destinado ao custeio da soja e o rendimento da soja. A metodologia baseou-se na construção de um painel de dados anuais por ano-safra para os 11 estados do Brasil (DF, GO, MA, MG, MS, MT, PI, PR, RS, SP e TO), abrangendo o período de 2014/15 a 2023/24. Utilizou-se um modelo econométrico de equações simultâneas com variáveis instrumentais, estimado por meio do método dos mínimos quadrados em dois estágios (2SLS – *Two-Stage Least Squares*), o que permitiu lidar com a endogeneidade e captar possíveis relações simultâneas entre as variáveis analisadas. As variáveis instrumentais empregadas foram a área plantada,

o preço da soja, a taxa média de juros do crédito rural de custeio, além de variáveis dummies para os anos-safra e para os estados, que ajudaram a controlar efeitos temporais e regionais.

Este estudo foi realizado com 11 estados brasileiros selecionados devido à disponibilidade completa e confiável dos dados necessários para a análise. Segundos a series históricas na CONAB (2025), Esses estados são responsáveis por grande parte da produção nacional de soja e incluem importantes regiões como o MATOPIBA, um polo de expansão agrícola. Essa seleção assegura a qualidade dos resultados e permite uma análise representativa da diversidade regional da produção, garantindo que as conclusões sejam relevantes para o contexto agrícola brasileiro, mesmo sem abranger todos os estados do país.

Esses achados reforçam a complexidade e a não linearidade da relação entre crédito rural de custeio para soja e rendimento agrícola. Contudo, isso não diminui a importância do crédito rural para os produtores, uma vez que as linhas de custeio têm o papel fundamental de manter ativas as atividades de produção, embora não tenham como foco o aumento da rendimento agrícola. Existem outras linhas de crédito, como as destinadas à industrialização e investimento, que têm como objetivo melhorar a produção e podem exercer efeitos mais expressivos nesse sentido. É importante considerar que o crédito rural atende a diversas áreas da produção, e o crédito de custeio é essencial para muitos produtores, como aqueles atendidos pelo Pronaf e Pronamp, que frequentemente dependem dele para financiar os custos durante a safra. Além disso, esses resultados reforçam a ideia de que a rendimento agrícola é um fenômeno complexo, que depende de múltiplos fatores além do financiamento.

Este trabalho está organizado em cinco seções. A primeira corresponde à Introdução, na qual são apresentados o tema do crédito rural, o contexto do rendimento da soja no Brasil, além do problema de pesquisa, das hipóteses, dos objetivos e da delimitação do estudo. A segunda seção trata da Revisão de Literatura, reunindo os principais estudos e teorias que fundamentam a pesquisa, com ênfase na relação entre crédito rural e rendimento agrícola. A terceira, dedicada à Metodologia, detalha os métodos de coleta e análise dos dados, com destaque para a utilização de um modelo de equações simultâneas. A quarta seção apresenta e discute os Resultados, com foco na análise da existência de relação simultânea entre o crédito rural de custeio e a rendimento da soja. Por fim, a quinta seção traz as Conclusões, sintetizando os principais achados do estudo, suas implicações para o setor agrícola e sugestões para futuras pesquisas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

A literatura sobre produtividade agrícola no Brasil é ampla e aponta, de forma relativamente consensual, que o crescimento da produção nas últimas décadas foi fortemente impulsionado por ganhos de produtividade, mais do que pela expansão da área cultivada. Diversos estudos, como o de Vieira Filho (2012), demonstram que a produtividade (no caso, a Produtividade Total dos Fatores), PTF foi o principal vetor da elevação da produção agrícola no país. Entre 1975 e 2010, a PTF da agricultura brasileira cresceu, em média, 3,6% ao ano, ritmo superior ao observado em países como os Estados Unidos, cuja taxa foi de 1,9% ao ano no mesmo período.

Segundo Gasques et al. (2014), a produtividade total dos fatores (PTF) avalia a razão entre a produção total e a soma ponderada dos fatores de produção utilizados, como trabalho, terra, capital e insumos. Esse indicador é essencial para medir os ganhos de eficiência na agricultura, pois permite entender o quanto se está produzindo com os recursos disponíveis, em termos econômicos. Além disso, conforme Souza e Lima (2021), a análise da produtividade agrícola como relação entre produção e custo é relevante para políticas públicas e decisões empresariais, uma vez que reflete a capacidade do produtor gerar resultados positivos com menor desembolso de recursos.

O alto rendimento agrícola da soja no Centro-Oeste brasileiro é resultado de uma combinação de fatores edafoclimáticos, tecnológicos e de manejo. A região, segundo o Relatório Agroeconômico do Centro-Oeste divulgado pelo IMEA (2022), é responsável por aproximadamente 47,4% da área total de soja do Brasil e destaca-se pela expansão das lavouras sobre áreas de cerrado, cujos solos são naturalmente pobres em nutrientes. Essa característica exige investimentos significativos em correção e fertilização do solo para alcançar altos níveis de produtividade.

No contexto da soja, um dos principais produtos agrícolas do Brasil, destaca-se a região Centro-Oeste pela expressiva evolução da produtividade nas últimas décadas. Segundo a Embrapa (2020), a produtividade da soja no Centro-Oeste cresceu 86% nos últimos 40 anos, permitindo que a produção atual fosse alcançada com uma área menor cultivada. Esse desempenho destacado dessa região demonstra a capacidade de aumento de

eficiência agrícola, que é fundamental para o crescimento sustentável da produção de soja no país como um todo.

O crescimento do rendimento agrícola é fundamental para atender à crescente demanda por alimentos, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. Estudos indicam que, entre 1975 e 2016, aproximadamente 80% do crescimento da produção agropecuária brasileira foi impulsionado por ganhos de produtividade, resultado de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e políticas públicas eficazes (MAPA, 2018).

Além disso, a melhoria do rendimento agrícola contribui para a segurança alimentar, pois permite maior oferta de alimentos a preços mais acessíveis. Segundo Costa et al. (2013), os ganhos de produtividade agrícola estão diretamente relacionados à redução dos preços dos alimentos, facilitando o acesso da população a uma alimentação adequada.

Embora a literatura existente apresente consenso sobre a importância dos ganhos de rendimento agrícola para o crescimento da produção agrícola no Brasil, persistem lacunas no entendimento dos determinantes específicos desse rendimento, em especial no que tange ao papel do crédito rural destinado ao custeio. Neste contexto, o presente trabalho contribui para a literatura ao adotar uma metodologia econométrica quantitativa, baseada em um modelo de equações simultâneas com variáveis instrumentais, que permite analisar a dinâmica entre crédito rural de custeio e rendimento da soja de forma regionalizada e intertemporal, cobrindo os 11 estados brasileiros ao longo de dez safras. Assim, esta pesquisa oferece uma contribuição inovadora ao abordar aspectos metodológicos e espaciais muitas vezes negligenciados, ampliando a compreensão sobre como o crédito rural influencia, ou é influenciado pelo rendimento agrícola, e fornecendo subsídios para políticas públicas mais eficazes e direcionadas ao desenvolvimento sustentável do setor agrícola brasileiro.

2.2 CRÉDITO RURAL: DEFINIÇÃO E IMPORTÂNCIA

O crédito rural no Brasil tem origem na década de 1960, com a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) por meio da Lei nº 4.829/1965. Esse sistema foi estruturado para oferecer suporte financeiro ao setor agropecuário, com o objetivo de impulsionar a modernização da agricultura e promover o desenvolvimento rural. Desde então, o crédito rural passou a ser uma política pública estratégica, dividida em programas específicos voltados para diferentes perfis de produtores. Entre os principais programas,

destaca-se o PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), criado para atender agricultores familiares com condições diferenciadas de juros e prazos. Também se destaca o PRONAMP (Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural), que atende médios produtores, e as linhas específicas para grandes produtores, geralmente com maior acesso a maiores volumes de financiamento. Esses programas são financiados com recursos do Tesouro Nacional, de instituições financeiras públicas e privadas, e por fontes controladas pelo Banco Central, como a poupança rural e o BNDES.

O crédito rural é um instrumento fundamental para o financiamento da produção agropecuária, viabilizando desde o custeio das atividades até os investimentos em infraestrutura e tecnologia no campo. Segundo o Banco Central do Brasil (2023), o crédito rural compreende os recursos disponibilizados aos produtores e cooperativas rurais em condições especiais de financiamento, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento do setor agropecuário no país.

Esse tipo de crédito tem como objetivo proporcionar aos produtores rurais acesso a capital necessário para viabilizar a produção, melhorar o rendimento agrícola e garantir o abastecimento de alimentos. Ele pode ser utilizado em diversas modalidades, como custeio (compra de insumos, sementes, fertilizantes), investimento (máquinas, equipamentos, infraestrutura) e comercialização (armazenagem e venda da produção). Segundo Lopes et al. (2020), o crédito rural é essencial para a modernização da agricultura, pois permite a adoção de tecnologias mais eficientes, a ampliação da escala produtiva e o aumento da renda dos produtores.

Além disso, conforme estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2019), o crédito rural tem papel estratégico na redução das desigualdades regionais e na dinamização econômica de áreas rurais, ao incentivar a produção e gerar empregos diretos e indiretos. O acesso ao crédito também está vinculado à resiliência do setor agropecuário diante de adversidades climáticas e de mercado, servindo como amortecedor em momentos de crise.

Segundo Brake (1989), o crédito desempenha um papel fundamental no desenvolvimento agrícola e rural, funcionando como um meio de acesso a recursos que possibilitam a adoção de novas tecnologias, a expansão da produção e o aumento da eficiência econômica. Porém, é mais eficaz quando utilizado em contextos onde existem

condições favoráveis, como tecnologias disponíveis, preços atrativos e gestão adequada de riscos, sendo direcionados para solucionar falhas de mercado, promovendo o crescimento sustentável e evitando intervenções ineficazes que não considerem as reais necessidades dos produtores rurais.

Ellis (1992) afirmou que o crédito rural desempenha um papel essencial no desenvolvimento agrícola, pois viabiliza o acesso a insumos modernos e tecnologias que, de outra forma, seriam inacessíveis para muitos produtores. O autor argumenta que o crédito age como um catalisador para a produtividade ao superar limitações financeiras e promover investimentos em práticas agrícolas mais eficientes. Além disso, o impacto do crédito na produção agrícola depende de fatores como a estrutura institucional, o tipo de tecnologia adotada e as condições econômicas locais, destacando a importância de políticas adequadas para maximizar seus benefícios.

Costa (2018) analisa a relação entre as variações no crédito rural e no investimento em pesquisa agrícola, destacando a importância desses fatores para a produtividade do setor agrícola brasileiro. O estudo sugere que, enquanto o crédito rural subsidiado teve efeitos variáveis ao longo do tempo, o investimento em pesquisa agrícola teve um impacto positivo na recuperação da produtividade, especialmente a partir de 2012. Embora a literatura evidencie o papel catalisador do crédito rural sobre o rendimento agrícola, ainda há necessidade de maior aprofundamento, investigando em que medida o crédito rural, principalmente em culturas estratégicas como a soja, contribui para ganhos reais de rendimento agrícola.

Com isso, os estudos demonstram que o crédito rural é um instrumento essencial para viabilizar a produção agrícola no Brasil. Porém, apesar do reconhecimento de sua importância, ainda há pouca clareza sobre a magnitude e a natureza exata dos efeitos do crédito rural de custeio sobre o rendimento agrícola, especialmente em culturas estratégicas como a soja.

Neste contexto, este trabalho contribui para a literatura ao analisar, de forma quantitativa a relação entre o crédito rural destinado ao custeio e o rendimento da soja, utilizando métodos econométricos que capturam relações causais diretas e simultâneas. Ao integrar variáveis regionais e considerar os efeitos intertemporais, esta pesquisa visa superar

limitações metodológicas comuns em estudos anteriores, oferecendo uma análise mais robusta e detalhada sobre o impacto do crédito rural no rendimento agrícola no Brasil.

2.3 RELAÇÃO ENTRE CRÉDITO RURAL E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

Diversos estudos internacionais evidenciam o papel significativo do crédito no rendimento agrícola, ainda que realizados em contextos socioeconômicos distintos. Ali, Deininger e Duponche (2014) investigaram, em Ruanda, as restrições de crédito e seus impactos na produtividade agrícola e na participação em atividades rurais não agrícolas. Ao separar endogenamente a amostra entre famílias com e sem restrições de crédito, os autores identificaram que as famílias com restrição apresentavam menor probabilidade de se envolver em atividades de fora da agricultura e maior propensão a ocupar empregos agrícolas de baixo retorno. Concluiu-se que a eliminação das restrições de crédito poderia elevar a produtividade agrícola em até 17%.

De forma semelhante, Chandio et al. (2018) investigaram os efeitos do crédito agrícola na produtividade do trigo em pequenas propriedades rurais na região de Sindh, Paquistão, com foco na comparação entre empréstimos de curto e longo prazo. A partir de dados coletados em 2016 e da aplicação de técnicas econométricas, o estudo revelou que o crédito agrícola tem um impacto positivo e significativo na produtividade. Os autores destacaram que os empréstimos de curto prazo são mais eficazes para aumentar a produção no mesmo ano, devido ao maior uso de insumos agrícolas imediatos, como sementes melhoradas e fertilizantes. Além disso, esses empréstimos permitem maiores investimentos em preparo do solo, irrigação e proteção das plantas, promovendo ganhos produtivos também nos anos seguintes. Esse trabalho reforça a relevância do tipo de crédito agrícola para a melhoria da eficiência produtiva em pequenas propriedades rurais

Em Gana, Selorm et al. (2019) avaliaram o impacto da agricultura contratual ("contract farming") sobre a produtividade e a eficiência técnica de produtores de soja. Utilizando uma combinação de *propensity score matching* e análise estocástica de fronteira de produção, os autores controlaram vieses de seleção e estimaram que agricultores contratados alcançaram eficiência técnica de 77%, em comparação a 69% dos não contratados.

Na Índia, Shivaswamy et al. (2020) analisaram o impacto do crédito institucional na produtividade agrícola por meio de um modelo de regressão com dados em painel, cobrindo o período de 1991 a 2017. Os resultados mostraram que o crédito institucional teve impacto positivo e significativo, especialmente em regiões com maior disponibilidade de crédito por hectare. O estudo também apontou que bancos comerciais e cooperativas são as principais fontes de crédito, sendo essencial ampliar o acesso para pequenos produtores.

Nos Estados Unidos, Sabasi, Shumway e Kompaniyets (2021) investigaram a relação entre acesso ao crédito e produtividade agrícola, utilizando modelo de regressão linear múltipla. Os resultados revelaram que agricultores com acesso ao crédito apresentaram aumento médio de 12% na produtividade em comparação àqueles sem acesso, evidenciando a relevância do crédito mesmo em economias mais consolidadas.

Esses estudos internacionais, indicam que o crédito rural possui impacto sobre a produção agrícola. No Brasil, onde a soja é uma das principais commodities e o país se destaca como um dos maiores exportadores mundiais, compreender os efeitos do crédito rural é essencial para aprimorar políticas públicas e práticas produtivas.

Mello (2016) analisou o impacto do crédito rural na produtividade agrícola dos municípios brasileiros entre 2003 e 2012, por meio de dados em painel. Os resultados demonstraram impacto significativo do crédito sobre as lavouras permanentes e temporárias, com efeitos mais intensos no curto prazo, mas ainda persistentes nos anos seguintes, embora com retornos decrescentes após certo nível de uso.

Gasques, Bacchi e Bastos (2017) estudaram os efeitos do crédito sobre o Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP), o Produto Interno Bruto do Agronegócio (PIB Agropecuário e Agronegócio) e a Produtividade Total dos Fatores (PTF), entre 1996 e 2015. Por meio de modelos de séries temporais, observaram uma influência positiva do crédito, com destaque para o VBP, onde um aumento de 1% no crédito rural resultava em incremento de 0,40%.

Santos et al. (2020) também constataram impacto significativo do crédito rural sobre a produção de soja no Centro-Oeste brasileiro, com maior influência do crédito de custeio em relação ao de investimento, a partir de dados em painel de 467 municípios entre 2009 e 2017. No entanto, Torres, Bender Filho e Pereira (2022), ao estudarem os efeitos do crédito

rural no Rio Grande do Sul entre 2013 e 2019, identificaram um impacto limitado na produtividade agrícola. Utilizando as metodologias PCSE e PVAR, os autores atribuíram os resultados à subutilização dos recursos, majoritariamente direcionados ao custeio. Além disso, observaram que o aumento da demanda por crédito esteve relacionado à expansão da área plantada, muitas vezes em regiões menos produtivas, o que reduziu a rentabilidade.

Ribeiro et al. (2023) analisaram o efeito do crédito rural sobre a produção de soja na região do Matopiba, com dados de 2013 a 2018. Os resultados apontaram que um aumento de 1% no crédito rural provocava resposta imediata positiva na produção total ao longo do tempo, enquanto a produtividade apresentou resposta positiva, porém decrescente. O estudo reforça que o crédito é um instrumento relevante para fomentar a produção de soja na região.

Apesar dos avanços na literatura nacional, ainda existem lacunas significativas no entendimento da relação entre o crédito rural e o rendimento agrícola, especialmente quanto à possível causalidade bidirecional entre essas variáveis e à magnitude da influência do crédito sobre o rendimento agrícola. Embora alguns estudos indiquem que o crédito pode impactar positivamente o rendimento agrícola, falta uma análise mais aprofundada para determinar se, de fato, existe uma relação bidirecional, bem como se o crédito exerce influência significativa no rendimento da soja. Para preencher essa lacuna, é fundamental adotar metodologias que considerem a dinâmica temporal e a interdependência dessas variáveis, permitindo uma compreensão mais precisa e robusta da relação entre crédito e rendimento agrícola ao longo do tempo.

3. METODOLOGIA

3.1 DA NATUREZA E ABORDAGEM DA PESQUISA

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a existência de uma relação simultânea e positiva entre o crédito rural destinado ao custeio da produção de soja e o rendimento da soja nos estados analisados, considerando o período das últimas dez safras (2014/15 a 2023/24), e avaliar em que medida essas variáveis se influenciam mutuamente ao longo do tempo. Para isso, adota-se uma abordagem econométrica com caráter associativo, buscando identificar as interações entre essas variáveis e compreender os fatores que impactam os resultados produtivos no setor agrícola (Gil, 1991).

Quanto à abordagem, esta pesquisa é aplicada, explicativa e quantitativa. Classifica-se como aplicada por ter como objetivo a análise de uma situação concreta, relacionada ao rendimento agrícola e às políticas de crédito rural. É explicativa por buscar identificar e compreender os efeitos e as relações de causalidade entre o crédito rural e o rendimento da soja. Por fim, é quantitativa por utilizar dados secundários e técnicas econométricas, como a regressão com variáveis instrumentais, para testar hipóteses e verificar estatisticamente a significância das relações entre as variáveis analisadas.

A metodologia adotada nesta pesquisa baseia-se na utilização de um modelo de equações simultâneas, estimado por meio do método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios (*Two-Stage Least Squares – 2SLS*), com dados em painel referentes às safras de 11 estados brasileiros. Essa abordagem é adequada para tratar problemas de endogeneidade, que ocorrem quando uma ou mais variáveis explicativas estão correlacionadas com o termo de erro, comprometendo a consistência das estimativas. A aplicação do 2SLS permite identificar relações causais mais robustas e captar a interdependência entre o crédito rural de custeio e o rendimento agrícola da soja, especialmente em contextos nos quais pode haver bicausalidade entre essas variáveis. Além disso, a estrutura em painel contribui para controlar efeitos fixos de tempo e de unidade da federação, aumentando a precisão e a confiabilidade dos resultados (Gujarati & Porter, 2011; Wooldridge, 2016).

A presente investigação tem como objetivo testar empiricamente se o crédito rural exerce influência significativa sobre o rendimento agrícola da soja e, simultaneamente, verificar a existência de uma relação inversa, ou seja, se o rendimento da soja também impacta o volume de crédito contratado ao longo do tempo. A análise foi conduzida com foco nas últimas dez safras, considerando como recorte espacial os 11 estados brasileiros.

3.2 DA FUNDAMENTAÇÃO EMPÍRICA: DADOS E INSTRUMENTOS DE COLETA

O estudo tem como objetivo analisar a relação entre o crédito rural e o rendimento da soja no Brasil, abrangendo 11 estados, utilizando dados organizados por ano-safra (período que se inicia em julho e se encerra em junho do ano seguinte). Para os fins desta pesquisa, o rendimento agrícola será mensurada como a relação entre a renda gerada pela produção da soja e o custo total empregado na sua produção por hectare. Essa abordagem permite avaliar a eficiência econômica da atividade, considerando os recursos financeiros investidos em relação ao retorno obtido.

Devido à necessidade de garantir a consistência e a robustez dos dados utilizados na análise, esta pesquisa contempla apenas 11 estados brasileiros (Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Piauí, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins) que apresentam séries completas e confiáveis de informações sobre produção, custo e preço da soja ao longo do período estudado. A exclusão dos demais estados deve-se à indisponibilidade ou inconsistência de dados essenciais para a modelagem econométrica adotada, o que poderia comprometer a validade dos resultados. Embora essa seleção reduza a abrangência territorial, os estados incluídos representam uma parcela significativa e estratégica da produção nacional de soja, incluindo importantes regiões agrícolas tradicionais e emergentes, como o MATOPIBA, garantindo assim a relevância e a aplicabilidade dos achados para o cenário brasileiro. Dessa forma, o recorte regional adotado privilegia a qualidade das informações e a precisão das análises, sem prejuízo da representatividade do setor produtivo na análise da relação entre crédito rural e rendimento da soja.

A pesquisa busca compreender as dinâmicas da relação entre crédito rural e rendimento da soja por meio da análise dos volumes de crédito concedidos aos produtores rurais para o custeio da produção e dos índices de rendimento da soja, com foco em todo o território brasileiro. O horizonte temporal da pesquisa abrange as últimas dez safras, permitindo uma análise robusta e atualizada dos dados, além de uma melhor integração com o arcabouço teórico existente, conferindo maior consistência às análises estatísticas.

A Tabela 1, construídas a partir dos dados coletados, apresentam estatísticas descritivas fundamentais, como média, desvio padrão, valores mínimos e máximos. Elas reúnem informações sobre rendimento de soja, crédito rural concedido para custeio da soja nos 11 estados analisados, área plantada, taxas de juros e preços da soja. Essa estruturação permite observar a variação das condições econômicas e produtivas ao longo do tempo, oferecendo uma base sólida para as análises econômicas posteriores.

Tabela 1- Estatística Descritiva relativa às principais variáveis quantitativas.

Variável	Unidade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Rendimento	Renda/custo	0,18	0,1150	0,02	0,51
Crédito rural concedido	R\$ Milhões	3.510,38	3.756,96	21,75	17.720,73
Área plantada	Milhões de ha	3,01	2,88	0,056	12,38
Taxa de juros	% ao ano	9,68	2,52	5,45	15,73
Preço da soja	R\$/saca (60 kg)	98,95	40,02	54,42	171,79

Nota: A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis analisadas, com 110 observações para cada variável, correspondentes aos dados anuais de 11 estados ao longo do período estudado. Estão indicados a unidade de medida, a média, o desvio padrão, o valor mínimo e o valor máximo para cada variável.

Fonte: elaborado pela autora (2025)

A variável rendimento apresentou média de 0,18 toneladas por hectare, com desvio padrão de 0,1150. O valor mínimo registrado foi de 0,02 t/ha, enquanto o máximo chegou a 0,51 t/ha, evidenciando significativa variação entre os estados e ao longo do tempo, possivelmente refletindo diferenças tecnológicas, climáticas e de manejo agrícola.

O crédito rural de custeio concedido aos produtores de soja teve média de aproximadamente R\$ 3,51 bilhões por estado/safra, com desvio padrão bastante elevado (cerca de R\$ 3,76 bilhões), indicando alta dispersão entre as observações. Os valores variaram de R\$ 21,7 milhões a R\$ 17,72 bilhões, refletindo o forte contraste entre estados de menor e maior porte produtivo.

A área plantada com soja teve média de 3.011,43 mil hectares, com valores variando entre 56,10 mil e 12.376,10 mil hectares. O alto desvio padrão (2.875,83) também mostra uma ampla diferença na escala de produção entre os estados analisados.

A taxa média de juros rural variou de 5,45% a 15,73% ao ano, com média de 9,68% e desvio padrão de 2,52 pontos percentuais. Essa variação reflete mudanças na política de

crédito agrícola ao longo do período analisado, além de diferenças entre programas e perfis de produtores (como pequenos, médios e grandes).

Por fim, o preço da soja por saca de 60 kg teve média de R\$ 98,95, com mínima de R\$ 54,42 e máxima de R\$ 171,79. O desvio padrão de R\$ 40,02 indica forte volatilidade nos preços, influenciada por fatores internos e externos, como condições climáticas, demanda global e câmbio.

Esses resultados refletem a grande variabilidade e complexidade do setor agrícola brasileiro, tanto em termos de produção quanto de financiamento e condições de mercado, reforçando a importância de considerar essas diferenças ao avaliar a relação do crédito rural no rendimento da soja.

Com o intuito de capturar com maior precisão os efeitos do crédito rural sobre a produção da soja, a pesquisa adotará diferentes formas de mensuração da variável dependente. O modelo principal utilizará como base o rendimento agrícola calculado por renda dividida por custo da produção de soja da área (média simples). No entanto, com o objetivo de testar a robustez dos resultados, serão estimados modelos adicionais utilizando outras três formas de mensuração: rendimento agrícola calculado por renda dividida por custo da produção de soja da área com média geométrica, rendimento agrícola calculado por renda dividida por custo da produção de soja da unidade (saca de 60 kg) com média simples e média geométrica. Essa estratégia permitirá verificar se diferentes métodos de cálculo do rendimento influenciam os resultados econométricos, dado que a literatura não apresenta consenso sobre a melhor abordagem. A comparação entre os modelos oferecerá uma avaliação da consistência e da robustez das estimativas obtidas.

As principais variáveis exógenas utilizadas neste estudo estão associadas ao contexto macroeconômico e ao mercado agrícola, influenciando diretamente o comportamento do crédito rural e do rendimento da soja. Entre elas, destacam-se: taxa de juros, área plantada de soja e preço da soja em grãos todos considerados em termos de média simples ao longo das safras analisadas. Além dessas, no modelo de crédito, foram incorporadas variáveis *dummies* para controlar os efeitos fixos regionais (por unidade da federação) e temporais (por ano-safra), a fim de captar fatores não observáveis que possam impactar a concessão de crédito ao longo do tempo e entre diferentes estados. Espera-se que as variáveis exógenas e as *dummies* contribuam para explicar as variações observadas nas variáveis endógenas, à luz

dos fundamentos econômicos que regem a oferta de crédito e o desempenho produtivo no setor agrícola.

Os dados foram obtidos em fontes oficiais como a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro (SICOR), o Banco Central do Brasil (BACEN) e a Secretaria de Política Econômica (SPE) do Ministério da Fazenda. A escolha dessas variáveis e fontes fundamenta-se em sua relevância e credibilidade para mensurar a eficiência econômica da produção agrícola e o papel do crédito rural como instrumento de fomento, conforme amplamente discutido na literatura especializada.

Como primeira variável de controle, será considerada a taxa de juros média do crédito rural, inserida como variável exógena na equação do crédito rural. Essa escolha se justifica pelo efeito direto que a taxa de juros exerce sobre o volume de crédito contratado, uma vez que influencia o custo das operações financeiras no setor agrícola. De modo geral, taxas de juros mais altas tendem a desestimular a demanda por financiamento, ao passo que taxas mais baixas favorecem a contratação de crédito. Ao tratá-la como exógena, assume-se que a taxa de juros é determinada fora do sistema de equações simultâneas, refletindo as condições macroeconômicas e as diretrizes de política creditícia definidas pelo governo e pelas instituições financeiras.

Optou-se por incluir, como segunda variável de controle, o preço da soja. Essa variável será incorporada à equação do crédito rural, dado seu papel fundamental na definição da atratividade econômica da produção. Preços mais elevados da soja tendem a aumentar a expectativa de retorno dos produtores, incentivando a tomada de crédito para ampliar e intensificar a produção. Além disso, o preço influencia diretamente a capacidade de pagamento dos agricultores, sendo, portanto, um fator relevante na decisão de financiamento.

A área plantada de soja será incluída como variável exógena na equação do rendimento, uma vez que, embora o rendimento não dependa diretamente da dimensão da área cultivada, a escala produtiva pode influenciar o desempenho da atividade agrícola. Extensões maiores podem estar associadas a maior grau de mecanização, acesso facilitado ao crédito rural, uso de tecnologias mais avançadas ou maior capacidade de gestão, fatores

que contribuem para elevar os níveis de rendimento agrícola. Assim, sua inclusão permite captar potenciais efeitos estruturais decorrentes da escala de produção.

Para controlar efeitos não observáveis e específicos ao longo do tempo e entre as unidades da federação, serão incluídas variáveis *dummies* no modelo. As *dummies* temporais capturam impactos sazonais, choques macroeconômicos e variações climáticas que possam afetar simultaneamente todas as regiões em determinados anos-safra. Já as *dummies* regionais (por estado) ajustam para características fixas e específicas de cada unidade federativa, como políticas locais, infraestrutura agrícola, práticas produtivas e condições ambientais próprias. Dessa forma, o uso dessas variáveis *dummies* contribui para melhorar a especificação do modelo, reduzindo vieses e aumentando a precisão das estimativas

A estrutura do modelo parte da suposição de que o crédito rural exerce influência direta sobre o rendimento da soja, especialmente considerando o crédito destinado ao custeio das atividades agrícolas, que representa a principal fonte de financiamento para as despesas operacionais da cultura. Para os fins deste trabalho, será utilizado exclusivamente o crédito rural destinado ao custeio, a fim de analisar sua relação com o rendimento. Por outro lado, considera-se que o rendimento agrícola alcançado pode influenciar o volume de crédito concedido, uma vez que resultados positivos reforçam a confiança dos agentes financeiros e ampliam a capacidade de contratação de novos financiamentos. Dessa forma, reconhece-se a possibilidade de causalidade bidirecional entre as variáveis, justificando a adoção de um modelo de equações simultâneas.

Para investigar a relação entre o crédito rural e o rendimento da soja no Brasil, foi utilizado um modelo de equações simultâneas com dados em painel, estimado pelo método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E ou 2SLS), por meio do software R. Essa metodologia é adequada para lidar com a interdependência entre variáveis endógenas e corrigir problemas de endogeneidade, permitindo a identificação de relações causais consistentes. No modelo estrutural adotado, são tratadas como variáveis endógenas tanto o rendimento da soja quanto o volume de crédito rural concedido para o custeio dessa cultura. Ambas são analisadas como interdependentes ao longo das dez últimas safras (2014/15 a 2023/24), abrangendo 11 unidades da federação, o que confere robustez e abrangência à análise. Além disso, será verificado se as variações em uma dessas variáveis também

influenciam significativamente as variações na outra, contribuindo para a compreensão mais precisa da dinâmica entre crédito e rendimento no setor agrícola.

Assim, a estrutura básica do sistema de equações simultâneas pode ser representada em dois modelos. O Modelo 1, formado pelas Equações (1) e (2), descreve o comportamento das variáveis em nível. Já o Modelo 2, composto pelas Equações (3) e (4), é construído com base na variação percentual (crescimento), permitindo capturar as dinâmicas intertemporais das relações estudadas:

$$CREDITO_{\{it\}} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot RENDIMENTO_{\{it\}} + \alpha_2 \cdot TAXAJUROS_{\{it\}} + \alpha_3 \cdot PRECO_SOJA_{\{it\}} + \alpha_4 \cdot D_{\{uf\}} + \alpha_5 \cdot D_{\{t\}} + \varepsilon_{\{it\}} \quad (1)$$

$$RENDIMENTO_{\{it\}} = \beta_0 + \beta_1 \cdot CREDITO_{\{it\}} + \beta_2 \cdot AREA_{\{it\}} + u_{\{it\}} \quad (2)$$

$$\Delta CREDITO_{\{it\}} = \alpha'_0 + \alpha'_1 \cdot \Delta RENDIMENTO_{\{it\}} + \alpha'_2 \cdot \Delta TAXAJUROS_{\{it\}} + \alpha'_3 \cdot \Delta PRECO_SOJA_{\{it\}} + \alpha'_4 \cdot D_{\{uf\}} + \alpha'_5 \cdot D_{\{t\}} + \varepsilon'_{\{it\}} \quad (3)$$

$$\Delta RENDIMENTO_{\{it\}} = \beta'_0 + \beta'_1 \cdot \Delta CREDITO_{\{it\}} + \beta'_2 \cdot \Delta AREA_{\{it\}} + u'_{\{it\}} \quad (4)$$

Onde:

A Equação (1) representa o volume total de crédito rural de custeio destinado à cultura da soja, o $CREDITO_{\{it\}}$ como função da rendimento média da soja por hectare $RENDIMENTO_{\{it\}}$, da taxa de juros média anual praticada $TAXAJUROS_{\{it\}}$, do preço médio recebido pela saca de soja $PRECO_SOJA_{\{it\}}$ além de *dummies* para os estados $D_{\{uf\}}$ e para os anos $D_{\{t\}}$. O termo α_0 representa o intercepto da equação, indicando o nível esperado de crédito concedido na ausência das variáveis explicativas. O coeficiente α_1 indica o impacto marginal do rendimento sobre o crédito, refletindo a sensibilidade das instituições financeiras ao desempenho produtivo dos agricultores. Já α_2 captura o efeito da taxa de juros sobre o crédito, enquanto α_3 mede a influência do preço da soja, que pode sinalizar maior rentabilidade esperada. As *dummies* de unidade federativa e de tempo α_4 e α_5 controlam por

fatores estruturais e conjunturais que variam entre os estados e ao longo do tempo. O termo de erro ε_{it} abrange fatores não observados que afetam a concessão de crédito.

A Equação (2) modela o rendimento média da soja por hectare $RENDIMENTO_{\{it\}}$ como função do volume de crédito rural de custeio contratado $CREDITO_{\{it\}}$ e da área colhida com soja $AREA_{\{it\}}$, no estado i no ano t . O intercepto α representa o valor esperado do rendimento quando as demais variáveis são nulas. O coeficiente β_1 indica o impacto marginal do crédito sobre o rendimento, ou seja, a variação esperada no rendimento agrícola a cada unidade adicional de crédito concedido. O coeficiente β_2 , por sua vez, mede o efeito da área cultivada no rendimento média. O termo de erro $u_{\{it\}}$ incorpora todas as demais variáveis não observadas que podem influenciar o rendimento agrícola no período e estado analisado.

A Equação (3) representa a variação anual do crédito de custeio $\Delta CREDITO_{\{it\}}$ como função da variação do rendimento $\Delta RENDIMENTO_{\{it\}}$, da variação da taxa de juros $\Delta TAXAJUROS_{\{it\}}$, da variação do preço da soja $\Delta PRECO_SOJA_{\{it\}}$, e dos efeitos fixos por estado e ano ($D_{\{uf\}}$ e $D_{\{t\}}$). Essa equação permite avaliar como alterações interanuais nas condições de produção e de mercado afetam a evolução do crédito concedido para a soja. Os coeficientes capturam efeitos marginais dinâmicos e permitem entender a sensibilidade do crédito às mudanças recentes nas variáveis econômicas. O termo de erro representa choques específicos não capturados pelas variáveis explicativas.

A Equação (4) estima a variação do rendimento da soja $\Delta RENDIMENTO_{\{it\}}$ como função da variação do crédito rural de custeio $\Delta CREDITO_{\{it\}}$ e da variação da área colhida $\Delta AREA_{\{it\}}$, no estado i e ano t . Esta equação busca mensurar se mudanças no volume de crédito estão associadas a ganhos marginais do rendimento. O coeficiente da variação do crédito mede o impacto imediato do aumento ou redução do financiamento sobre o rendimento por hectare, enquanto a variação da área serve como controle para alterações na escala de produção. O termo de erro inclui fatores não observados que influenciam as flutuações do rendimento agrícola entre safras.

Para analisar a dinâmica interdependente entre financiamento agrícola e desempenho produtivo da soja, foram formuladas hipóteses específicas para os coeficientes das variáveis em cada uma das equações do sistema.

Na equação de crédito rural (Equação 1) do modelo 1 (ao nível), que modela o volume de crédito de custeio como função de variáveis econômicas e produtivas, espera-se que a rendimento da soja apresente coeficiente positivo ($\alpha_1 > 0$), sob a hipótese de que produtores mais produtivos tendem a obter maior acesso a crédito junto às instituições financeiras, devido ao menor risco percebido e maior capacidade de pagamento. Já em relação à taxa de juros, supõe-se um coeficiente negativo ($\alpha_2 < 0$), dado que juros mais elevados aumentam o custo do financiamento, desestimulando a contratação de crédito. Para o preço da soja, espera-se um coeficiente positivo ($\alpha_3 > 0$), pois preços mais altos tornam a atividade mais atrativa, incentivando o investimento e a busca por financiamento. Quanto às *dummies* de unidade federativa $D_{\{uf\}}$, a expectativa é que pelo menos algumas delas apresentem coeficientes positivos e estatisticamente significativos, refletindo diferenças estruturais entre os estados, como acesso a infraestrutura ou políticas locais. No caso das *dummies* temporais $D_{\{t\}}$, a hipótese é que pelos menos um ano safra apresenta uma influência significativa.

Na equação do rendimento (Equação 2) do modelo 1 (ao nível), que modela o rendimento média da soja por hectare como função do crédito e da área cultivada, parte-se da hipótese de que o crédito de custeio tenha coeficiente positivo ($\beta_1 > 0$), refletindo o impacto favorável do financiamento sobre o desempenho produtivo, ao possibilitar a aquisição de insumos de melhor qualidade, tecnologias e serviços. Em relação à área plantada, espera-se também um coeficiente positivo ($\beta_2 > 0$), sob o argumento de que produtores com maior escala produtiva tendem a ter mais acesso a tecnologias, mão de obra qualificada e práticas de manejo mais eficientes, o que favorece o aumento do rendimento. Não foram incluídos efeitos fixos de tempo e espaço nesta equação devido a problemas de multicolinearidade identificados nos testes empíricos, indicando que tais efeitos podem já estar sendo capturados de forma indireta pelo volume de crédito concedido.

No modelo 2 (variações), a Equação (3) representa a variação anual do crédito rural de custeio como função da variação do rendimento da soja, da variação da taxa de juros e da variação do preço da soja. A hipótese é que o coeficiente associado à variação do rendimento (α_1) seja positivo, indicando que aumentos no rendimento elevam a confiança dos agentes financeiros e, conseqüentemente, a concessão de crédito. Por outro lado, espera-se que a variação da taxa de juros tenha coeficiente negativo, já que eleva o custo do financiamento e reduz a demanda por crédito. Quanto à variação do preço da soja, a expectativa é de

coeficiente positivo, pois preços mais altos estimulam os produtores a recorrerem a mais crédito para ampliar ou melhorar a produção.

Já a Equação (4) do modelo 2 (variação) modela a variação anual do rendimento da soja como função da variação do crédito rural de custeio e da variação da área plantada com soja. Neste caso, espera-se que o coeficiente da variação do crédito seja positivo, indicando que aumentos no crédito de custeio estão associados a ganhos no rendimento. Além disso, a variação da área plantada também deve apresentar coeficiente positivo, refletindo que a ampliação da área cultivada está relacionada a um melhor desempenho produtivo, seja por efeito de escala, maior acesso a tecnologias ou melhor manejo agrícola.

Dessa forma, a metodologia adotada neste estudo baseia-se em um modelo de equações simultâneas com dados em painel, estimado por meio do método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS). A escolha desse estimador se justifica pelo fato de que a equação do rendimento é sobreidentificada, ou seja, possui mais instrumentos válidos do que equações a serem estimadas, permitindo a obtenção de estimativas consistentes mesmo na presença de endogeneidade entre as variáveis explicativas. A inclusão de variáveis exógenas relevantes, assim como *dummies* temporais e regionais, garante o controle de efeitos fixos e de características estruturais que poderiam enviesar os resultados. Além disso, a aplicação de diferentes formas de mensuração do rendimento contribui para testar a robustez dos achados, fortalecendo as conclusões do estudo e oferecendo subsídios mais sólidos para a formulação de políticas públicas voltadas à promoção da eficiência e do desempenho do setor agrícola.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentamos os resultados das análises realizadas para investigar a relação do crédito rural com o rendimento da soja ao longo das últimas dez safras. Foram estimados quatro modelos econométricos utilizando a Regressão com Variáveis Instrumentais (IV Regression) para corrigir possíveis problemas de endogeneidade, conforme detalhado na metodologia.

O Modelo 1 é composto por duas Equações simultâneas. A Equação (1) tem como variável dependente o rendimento da soja por hectare, enquanto a Equação (2) considera como variável dependente o volume total de crédito rural concedido à cultura da soja. Ambas

as equações foram estimadas com base nos valores absolutos das variáveis, buscando capturar os níveis das relações entre financiamento e desempenho produtivo.

O Modelo 2 também é composto por duas Equações simultâneas, mas, diferentemente do Modelo 1, utiliza a variação percentual (crescimento relativo) das variáveis entre os anos para capturar os efeitos dinâmicos ao longo do tempo. A Equação (3) tem como variável dependente a variação do crédito rural concedido à soja, enquanto a Equação (4) modela a variação do rendimento da soja por hectare. Essa abordagem busca compreender como mudanças de um período para outro no volume de crédito e em variáveis macroeconômicas se relacionam com o desempenho produtivo, considerando possíveis efeitos de curto prazo e ajustes intertemporais.

As análises incluem variáveis explicativas principais, como o crédito rural de custeio e o rendimento da soja, além de variáveis de controle e instrumentos, tais como a área plantada, a taxa média de juros e o preço da soja em grãos. Ademais, foram incluídas *dummies* para ano e estado, com o objetivo de captar efeitos fixos temporais e regionais, possibilitando uma melhor compreensão das relações entre os fatores considerados e os resultados produtivos observados ao longo do período.

Na Tabela 2, referente ao Modelo 1 a Equação (1) estimou com erros padrão robustos (utilizando o estimador de MacKinnon e White, que é robusto à heterocedasticidade e à autocorrelação intra-grupo), observou-se que a variável rendimento apresentou significância estatística marginal ($p = 0,0583$), com coeficiente estimado em aproximadamente R\$ 29,32 bilhões. Esse resultado corrobora parcialmente a hipótese de que o rendimento exerce influência positiva sobre o volume de crédito de custeio destinado à soja. Embora o p-valor esteja ligeiramente acima do nível convencional de 5%, sua proximidade demonstra uma possível associação relevante, especialmente diante da elevada magnitude do coeficiente.

A variável taxa média de juros rural apresentou significância estatística ($p = 0,0108$), com coeficiente estimado em R\$ 625,47 milhões, contrariando a hipótese inicial de que essa variável teria impacto negativo sobre o crédito rural. Em relação às variáveis *dummies* estaduais, os estados de Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT), Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS) apresentaram coeficientes positivos e estatisticamente significativos, indicando que, mesmo após o controle pelas demais variáveis explicativas,

esses estados receberam volumes de crédito substancialmente superior durante o período analisado.

Quanto às *dummies* de safra, apenas o ciclo 2016/2017 foi estatisticamente significativo ($p = 0,0430$), apontando para uma possível variação atípica nesse período que afetou o volume de crédito concedido. A safra 2015/2016 também apresentou sinal de significância, com p-valor próximo ao limiar ($p = 0,0839$), sugerindo um comportamento diferenciado nesse ciclo. Em contraste, a variável preço da soja, que segundo a hipótese teórica deveria exercer influência positiva sobre o crédito, não apresentou significância estatística ($p = 0,2625$), contrariando as expectativas.

A maior parte das *dummies* de safra e estado também não foi estatisticamente significativa, embora alguns estados, como Minas Gerais (MG) e Tocantins (TO), tenham apresentado indícios de relevância. Ainda assim, a hipótese de que pelo menos um estado e safra fossem significativas no volume de crédito foi confirmada.

Para garantir a robustez do modelo e a validade das inferências estatísticas, foram realizados diversos testes diagnósticos. O teste de heterocedasticidade de Breusch-Pagan indicou a presença de heterocedasticidade nos resíduos ($BP = 60,998$; $p = 2,737e-05$), o que invalida o uso de erros padrão tradicionais. Além disso, devido à estrutura dos dados em painel e ao agrupamento por unidade federativa, foi necessário corrigir possíveis autocorrelações intra-grupo. Por essa razão, optou-se pelo uso da matriz de variância-covariância robusta à heterocedasticidade e autocorrelação, conforme o estimador de MacKinnon e White (HC1) com correção por cluster. Nos modelos que utilizam variáveis instrumentais, o teste de instrumentos fracos apresentou estatística de 4,742 ($p = 0,0323$), indicando relevância dos instrumentos, enquanto o teste de endogeneidade de Wu-Hausman apontou estatística de 6,725 ($p = 0,0113$), confirmando a necessidade do uso do modelo com variáveis instrumentais. Dessa forma, a especificação adotada, com correção robusta e controle para heterocedasticidade e dependência intra-grupo, assegura maior confiabilidade às estimativas, garantindo que os erros padrão reflitam adequadamente a variabilidade real dos dados.

Tabela 2-Resultado das estimações do modelo 1 de equações simultâneas em nível

	Equação 1		Equação 2	
Rendimento	29.315.930.005.000 *	(17.055.057.171.000)		
Taxa de juros	625.472.741.000 **	(270.945.446.000)		
Preço da soja	148.490.882.000	(102.604.850.000)		
Área plantada	-3.618.261.615.000 *	(1.858.579.313.0 00)		
<i>Dummy</i> (ano) 2016/2017	-4.101.796.899.000 **	(1.917.243.509.000)		
<i>Dummy</i> (ano) 2017/2018	-1.902.505.264.000	(1.527.023.638.000)		
<i>Dummy</i> (ano) 2018/2019	-1.961.857.344.000	(1.835.791.051.000)		
<i>Dummy</i> (ano) 2019/2020	-498.839.801.000	(2.720.404.841.000)		
<i>Dummy</i> (ano) 2020/2021	-7.079.059.145.000	(9.316.215.519.000)		
<i>Dummy</i> (ano) 2021/2022	-9.267.331.108.000	(11.961.779.368.000)		
<i>Dummy</i> (ano) 2022/2023	-8.586.539.005.000	(10.414.620.860.000)		
<i>Dummy</i> (ano) 2023/2024	-5.812.502.665.000	(6.570.750.217.00 0)		
<i>Dummy</i> (UF) DF	2.679.677.475.00 0	(2.909.141.091.000)		
<i>Dummy</i> (UF) GO	8.588.875.077.000 ***	(2.996.898.604.000)		
<i>Dummy</i> (UF) MA	5.190.546.172.000	(4.098.588.551.00 0)		
<i>Dummy</i> (UF) MG	5.540.380.151.00 0	(3.735.839.147.000)		
<i>Dummy</i> (UF) MS	5.287.691.492.000 **	(2.276.896.505.000)		
<i>Dummy</i> (UF) MT	11.716.086.481.000 ***	(4.211.763.487.00 0)		
<i>Dummy</i> (UF) PI	903.292.677.000	(2.317.061.093.000)		
<i>Dummy</i> (UF) PR	8.667.273.645.000 ***	(1.664.830.721.000)		
<i>Dummy</i> (UF) RS	11.358.858.570.000 * **	(2.646.680.644.0 00)		
<i>Dummies</i> (UF) SP	4.255.639.266.0 00	(3.567.016.578.000)		
<i>Dummy</i> (UF) TO	5.930.936.405.0 00	(4.074.025.746.000)		
Credito Rural			-	(0,000)
Área plantada			0,000	(0,00001
			01)
Constante	-24.248.478.015.000 ***	(8.080.574.880.000)	0,209	(0,023)

Observações	107	107
R ²	0,723	-0,230
R ² ajustado	0,646	-0,253

Nota: Esta tabela apresenta os resultados estimados pelo método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS) referentes ao Modelo 1, composto pelas Equações (1) e (2), que analisam a relação entre crédito rural de custeio e rendimento da soja em nível. A Equação (1), exibida na coluna à esquerda, utiliza como variável dependente o volume de crédito rural concedido, enquanto a Equação (2), à direita, tem como variável dependente o rendimento média da soja por hectare. As estimativas incluem variáveis explicativas como taxa de juros, preços da soja, área plantada e dummies para anos-safra e unidades da federação (UF). As variáveis foram utilizadas em seus valores absolutos (nível), sem transformação em logaritmo. A significância estatística aos níveis de 10%, 5% e 1% é indicada por *, ** e ***, respectivamente. Os erros-padrão robustos estão entre parênteses. O número de observações é de 107, e os coeficientes de determinação (R²) indicam o grau de ajuste do modelo.

Fonte: elaborado pela autora (2025)

A Equação (2), apresentado na Tabela 2, também estimado com erros padrão robustos (utilizando o estimador de MacKinnon e White, robusto à heterocedasticidade e à autocorrelação intra-grupo), indicou que nenhuma das variáveis principais foi estatisticamente significativa. O crédito total concedido à soja, variável instrumentalizada no modelo, não apresentou significância estatística ($p = 0,1314$), não corroborando a hipótese de que o crédito influencia positiva e significativamente no rendimento da soja. De forma similar, a área plantada também não foi significativa ($p = 0,2147$), indicando que, neste modelo, não foi possível identificar um impacto estatisticamente relevante da área plantada sobre o rendimento agrícola.

Quanto aos testes diagnósticos, o teste de instrumentos fracos indicou que os instrumentos utilizados são fortes e relevantes (estatística de 12,401, $p = 0,0006$), reforçando a validade do modelo IV. O teste de endogeneidade de Wu-Hausman apresentou uma estatística de 2,953 com $p = 0,0887$, mostrando uma evidência moderada, porém não significativa ao nível de 5%, para a presença de endogeneidade. Dessa forma, optou-se pela estimação via variáveis instrumentais para controlar essa possível endogeneidade. Além disso, o teste de heterocedasticidade de Breusch-Pagan não rejeitou a hipótese de homocedasticidade dos resíduos (BP = 3,812; $p = 0,1487$), indicando ausência de heterocedasticidade significativa. Contudo, considerando a estrutura em painel e a possibilidade de dependência intra-grupo, foram utilizados erros padrão robustos clusterizados por grupo para garantir estimativas mais confiáveis e robustas.

Em síntese, a especificação adotada, com correção para heterocedasticidade e dependência intra-grupo, assegura maior confiabilidade às inferências estatísticas, mesmo

que os coeficientes das variáveis explicativas principais não tenham apresentado significância no período analisado.

Na Tabela 3, referente ao modelo 2 a Equação 3 estimou com erros padrão robustos utilizando a matriz de variância-covariância do tipo HC1 com correção por cluster na unidade federativa, observou-se que a variável crescimento do rendimento apresentou coeficiente positivo (0,2425), porém não alcançou significância estatística ($p = 0,3896$). Esse resultado indica que, embora exista uma relação positiva entre o rendimento e o crescimento do crédito rural destinado à soja, não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que essa variável exerce influência relevante nesse contexto. A variável taxa média de juros também apresentou coeficiente positivo (0,5867), contrariamente à hipótese inicial de impacto negativo, mas igualmente não foi estatisticamente significativa ($p = 0,3520$), sugerindo ausência de efeito claro sobre a variação do crédito.

Em relação às variáveis *dummies* de safra e unidade federativa, nenhuma apresentou significância estatística relevante, indicando que os efeitos fixos para anos e estados não explicam significativamente a variação do crédito no período analisado.

Para assegurar a robustez das inferências estatísticas, foram realizados testes diagnósticos, incluindo o teste de heterocedasticidade de Breusch-Pagan, que indicou a presença de heterocedasticidade nos resíduos, e o teste de autocorrelação de Wooldridge para dados em painel, que evidenciou correlações intra-grupo. Diante disso, tornou-se inadequado o uso dos erros padrão tradicionais. Considerando também o agrupamento geográfico por unidade federativa, adotou-se a correção dos erros padrão utilizando a matriz HC1 com clusterização por UF, permitindo ajustar adequadamente tanto a heterocedasticidade quanto a autocorrelação intra-grupo. Essa abordagem confere maior confiabilidade às estimativas e aos testes de hipótese, corroborando a conclusão de que as variáveis analisadas não apresentaram impacto estatisticamente significativo sobre o crescimento do crédito rural no período estudado.

Na Tabela 3, referente ao Modelo 4 a Equação 4 estimou com variáveis instrumentais e utilizando taxas de crescimento, observou-se que a variável crescimento do crédito total concedido à soja apresentou significância estatística marginal ($p = 0,0630$), com coeficiente estimado em aproximadamente -2,72. Esse resultado sugere que o aumento percentual no crédito rural não necessariamente se traduz em crescimento do rendimento da soja, podendo

inclusive exercer um efeito levemente negativo. Embora contrarie a hipótese teórica de que mais crédito gera mais rendimento agrícola, a significância marginal e a magnitude do coeficiente indicam que essa relação merece atenção.

A variável crescimento da área plantada com soja apresentou coeficiente positivo (5,89) e também significância marginal ($p = 0,0579$), o que indica que o aumento percentual da área plantada pode estar associado ao crescimento do rendimento. Esse resultado pode refletir o aproveitamento de áreas mais produtivas ou o efeito de escalas maiores que possibilitem uso mais eficiente de tecnologias e insumos.

Tabela 3 - Resultado das estimações do modelo 2 de equações simultâneas em variação (%)

	Equação 3	Equação 4
lnRendimento	0.242	(0.222)
lnTaxa de juros	0.587	(0.405)
lnPreço da soja	-0.152	(0.160)
lnÁrea plantada	0.169	(0.253)
<i>Dummy</i> (ano) 2018/2019	0.057	(0.229)
<i>Dummy</i> (ano) 2019/2020	0.053	(0.280)
<i>Dummy</i> (ano) 2020/2021	0.267	(0.304)
<i>Dummy</i> (ano) 2021/2022	0.031	(0.257)
<i>Dummy</i> (ano) 2022/2023	-0.112	(0.162)
<i>Dummy</i> (ano) 2023/2024	-0.232	(0.189)
<i>Dummy</i> (UF) DF	-0.018	(0.129)
<i>Dummy</i> (UF) GO	0.069	(0.127)
<i>Dummy</i> (UF) MA	0.078	(0.127)
<i>Dummy</i> (UF) MG	0.071	(0.127)
<i>Dummy</i> (UF) MS	0.068	(0.127)
<i>Dummy</i> (UF) MT	-0.012	(0.129)
<i>Dummy</i> (UF) PI	0.046	(0.167)
<i>Dummy</i> (UF) PR	-0.036	(0.134)
<i>Dummy</i> (UF) RS	0.027	(0.129)
<i>Dummy</i> (UF) SP	0.151	(0.218)
<i>Dummy</i> (UF) TO	0.092	(0.131)

Credito Rural			-2.719*	(1.445)
Área plantada			5.893*	(3.069)
Constante	0.111	(0.188)	0.204	(0.213)
Observações		95		95
R ²		-0.046		-0.486
R ² ajustado		-0.348		-0.518

Nota: Esta tabela apresenta os resultados estimados pelo método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS) referentes ao Modelo 2, composto pelas Equações (3) e (4), que analisam a relação entre crédito rural de custeio e rendimento da soja em termos de variação percentual (logaritmos). A Equação (3), apresentada na coluna da esquerda, utiliza como variável dependente a variação percentual do crédito rural concedido, enquanto a Equação (4), à direita, tem como variável dependente a variação percentual do rendimento da soja por hectare. As variáveis explicativas incluem as variações da taxa de juros, preços da soja e área plantada, além de dummies para anos-safra e unidades da federação (UF). As variáveis foram transformadas em logaritmos naturais para representar variações relativas. A significância estatística aos níveis de 10%, 5% e 1% é indicada por *, ** e ***, respectivamente. Os erros-padrão robustos estão entre parênteses. O modelo foi estimado com 95 observações, e os valores de R² e R² ajustado refletem o grau de ajuste das regressões.

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Para assegurar a validade das inferências, foram aplicados testes diagnósticos. O teste de heterocedasticidade de Breusch-Pagan não indicou problemas nos resíduos (BP = 0,4023; p = 0,8178), o que justifica a opção por manter o modelo com erros padrão tradicionais, sem a necessidade de correção robusta. Quanto à adequação do modelo instrumental, o teste de instrumentos fracos rejeitou a hipótese nula (estatística = 7,928; p = 0,00596), indicando que a variável taxa média de juros é um instrumento relevante para o crédito rural. Além disso, o teste de endogeneidade de Wu-Hausman (estatística = 4,350; p = 0,0398) confirmou que o crédito é uma variável endógena, validando o uso de variáveis instrumentais. O teste de Sargan não pôde ser calculado, por se tratar de um modelo exatamente identificado (com número de instrumentos igual ao número de variáveis endógenas).

O estudo considera os 11 estados brasileiros de forma agregada, incluindo na mesma análise regiões com características bastante distintas, tanto em termos de clima quanto de tipo de solo e práticas agrícolas. O Brasil é um país de dimensões continentais, com grande diversidade territorial que abrange diferentes zonas climáticas, o que naturalmente influencia o rendimento da soja e o acesso ao crédito rural em cada estado. Apesar dessa diversidade, optou-se por incluir os 11 estados no modelo para garantir uma visão abrangente e representativa do cenário nacional da soja, evitando vieses que poderiam ocorrer ao restringir a análise a um número menor de regiões. Além disso, ao considerar os 11 estados, expande a base de dados, o que contribui para a robustez estatística do modelo, já que amostras menores poderiam comprometer a precisão e a confiabilidade das estimativas. Essa abordagem permite captar o comportamento geral do crédito rural e da rendimento agrícola

no país como um todo, fundamental para formulações de políticas públicas que atuem de maneira integrada e equitativa em todas as regiões produtoras.

Ao reunir estados com características econômicas, produtivas e estruturais tão distintas em um único modelo, corre-se o risco de diluir os efeitos específicos de determinadas variáveis, já que os impactos do crédito rural podem variar significativamente entre as regiões. No modelo estimado com variáveis em nível, observou-se que os estados tradicionalmente reconhecidos como grandes produtores de soja (Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul) apresentaram coeficientes estatisticamente significativos. Esse resultado reforça o papel central que esses estados exercem na dinâmica do crédito rural e na produção de soja no país, evidenciando que seu peso econômico se traduz em maior acesso ou demanda por financiamento rural.

Entretanto, na Equação 3 do modelo 2 baseado em taxas de crescimento, nenhum estado apresentou significância estatística. Esse resultado pode ser interpretado como reflexo da maior estabilidade ou maturidade produtiva desses estados: já operando em patamares elevados de produção e crédito, o seu ritmo de crescimento tende a ser mais estável e menos acelerado do que o de estados emergentes na produção de soja. Além disso, variações percentuais são mais sensíveis a oscilações em estados menores ou em fase inicial de expansão, o que pode distorcer a capacidade de captura de efeitos regionais consistentes. Assim, a ausência de significância no modelo de crescimento não nega a importância dos grandes produtores, mas indica que, ao se analisar dinâmicas de variação ao longo do tempo, outros fatores, como saturação de mercado, limites estruturais ou estabilidade institucional, podem neutralizar diferenças regionais na concessão de crédito.

Portanto, embora o uso dos 11 estados brasileiros traga desafios metodológicos relacionados à heterogeneidade regional, ele também oferece uma visão abrangente e representativa do setor, sendo especialmente útil quando o objetivo é compreender o cenário nacional do crédito rural e sua relação com o rendimento da soja.

Com base nos resultados da Equação 1 do Modelo 1, que analisa o volume de crédito rural de custeio concedido aos produtores de soja, é possível observar relações significativas entre diversas variáveis explicativas e o crédito concedido. A variável *rendimento* apresentou um coeficiente positivo de aproximadamente R\$29,3 bilhões, com significância marginal ($p = 0,0583$). Apesar de o p -valor estar ligeiramente acima do limite convencional

de 5%, sua elevada magnitude e a proximidade do limiar conferem relevância prática ao resultado. Isso indica que, para cada aumento de uma tonelada por hectare no rendimento média da soja, há um incremento estimado de R\$29,3 bilhões no volume de crédito rural de custeio concedido. Esse resultado sugere que produtores mais produtivos tendem a acessar maiores volumes de crédito rural, reforçando a ideia de que o desempenho produtivo atua como um sinalizador da capacidade de pagamento, influenciando positivamente a decisão das instituições financeiras.

Esse resultado está alinhado com estudos como o de Santos e Braga (2013), que identificou o valor da produção como um fator determinante no acesso ao crédito do Pronaf, indicando que estabelecimentos com maior produção apresentavam maiores chances de obter financiamento. Além disso, como o crédito analisado é destinado ao custeio da produção, é razoável que o rendimento histórica seja considerada um critério relevante na liberação de recursos, uma vez que produtores mais eficientes tendem a gerar maior retorno financeiro, reduzindo o risco para os financiadores.

A variável taxa média de juros rural também apresentou significância estatística ($p = 0,0108$), com coeficiente estimado em aproximadamente R\$625,47 milhões. Embora, à primeira vista, esse resultado possa parecer contra intuitivo já que se espera que taxas de juros mais elevadas desestimulem a demanda por crédito essa relação pode ser explicada por dois fatores principais. Primeiro, o modelo não distingue entre categorias de produtores (Pronaf, Pronamp ou grandes produtores), o que implica que os maiores volumes de crédito podem ter sido contratados por médios e grandes produtores, que operam com taxas de juros superiores às subsidiadas pelo Pronaf. Segundo, a associação positiva não implica necessariamente que os juros incentivem o crédito, mas sim que produtores com maior capacidade financeira e, portanto, maior acesso a crédito conseguem financiamento mesmo diante de taxas mais elevadas. Assim, o sinal positivo pode refletir o perfil dos tomadores de crédito, mais do que a sensibilidade da demanda ao custo do financiamento.

A variável preço da soja (saca de 60 kg) apresentou coeficiente positivo, porém sem significância estatística. Isso indica que, com os dados utilizados, não se pode afirmar com segurança estatística que variações no preço da soja influenciam diretamente o volume de crédito de custeio. Do ponto de vista econômico, o sinal positivo é coerente: preços mais altos tendem a elevar a expectativa de receita dos produtores, incentivando o aumento da

produção e da demanda por insumos, o que poderia ampliar a busca por crédito. Ainda assim, a ausência de significância estatística pode decorrer de fatores como a relativa estabilidade dos preços médios entre estados e anos, ou da maior influência dessa variável sobre o crédito de comercialização e não necessariamente sobre o crédito de custeio, foco desta análise.

As *dummies* temporais (por safra) foram utilizadas para captar choques conjunturais comuns a todos os estados, como mudanças de política agrícola, flutuações macroeconômicas ou choques externos nos mercados de commodities. Entre elas, destacaram-se as safras de 2015/2016 ($p = 0,0839$) e 2016/2017 ($p = 0,0430$), que apresentaram efeitos negativos e estatisticamente significativos. Esses ciclos coincidem com o período de crise econômica e política no Brasil, o que pode ter afetado tanto a oferta quanto a demanda por crédito. As demais safras não apresentaram significância estatística, indicando estabilidade relativa nos efeitos intertemporais, controladas as demais variáveis.

As *dummies* espaciais revelaram efeitos significativos em estados tradicionalmente fortes na produção de soja, como Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS). Esses estados apresentaram coeficientes positivos e significativos, refletindo suas características estruturais favoráveis, como ampla extensão territorial, elevado nível de mecanização, infraestrutura logística consolidada e forte integração com o sistema de crédito rural. A significância desses efeitos reforça a importância de considerar as heterogeneidades regionais na formulação de políticas públicas voltadas ao financiamento agrícola, uma vez que fatores locais influenciam diretamente a capacidade de acesso ao crédito por parte dos produtores.

Em síntese, os resultados reforçam a importância do rendimento e das condições regionais como determinantes do acesso ao crédito de custeio, ao passo que destacam a complexidade de se relacionar variáveis macroeconômicas, como preço e juros, com o comportamento dos produtores. A modelagem com erros padrão robustos fortalece a confiabilidade dos achados, permitindo interpretações mais seguras mesmo diante de possíveis heterogeneidades entre os estados brasileiros.

Na Equação 2 do modelo 1, embora o crédito rural total de custeio não tenha apresentado significância estatística no modelo para explicar o rendimento da soja, é fundamental destacar que isso não significa que essa política pública deixe de ser essencial para o setor agrícola, especialmente para os pequenos e médios produtores.

Esses grupos representam a maior parte dos contratos de crédito rural, pois dependem desse recurso para arcar com os custos operacionais fundamentais da produção, como aquisição de sementes, fertilizantes e defensivos agrícolas. No entanto, o valor médio concedido a esses produtores tende a ser baixo, refletindo a escala menor das suas atividades e a limitada capacidade de pagamento, o que restringe o volume de crédito efetivamente acessado para custeio. Já os grandes produtores, apesar de possuírem um número menor de contratos, recebem valores significativamente maiores, pois suas operações exigem maiores investimentos e apresentam maior capacidade de pagamento.

No presente estudo, entretanto, os dados foram agregados em médias estaduais anuais que contemplam simultaneamente pequenos, médios e grandes produtores, sem distinção por faixa de porte ou modalidade de crédito. Essa agregação pode diluir e mascarar os efeitos específicos do crédito rural em cada grupo, dificultando a identificação estatística de impactos claros no rendimento médio. Dessa forma, a não significância do crédito no modelo pode ser consequência dessa heterogeneidade e da agregação dos dados, e não uma indicação de que o crédito rural não seja uma política relevante.

Portanto, embora o modelo não apresente evidências estatísticas robustas para o impacto do crédito rural total sobre o rendimento da soja, o crédito continua sendo uma ferramenta indispensável para o funcionamento e a sustentação da agricultura, sobretudo para os pequenos e médios produtores, que frequentemente dependem desse tipo de apoio financeiro para manter e desenvolver suas atividades produtivas.

A variável área plantada, por sua vez, embora apresente coeficiente positivo, também não demonstrou impacto estatisticamente significativo sobre o rendimento. Esse resultado está alinhado à distinção entre escala produtiva e eficiência produtiva: ampliar a área cultivada pode aumentar o volume total da produção, mas não necessariamente melhora o rendimento por hectare, que depende mais da qualidade das práticas agrícolas, da tecnologia empregada e das condições naturais específicas de cada local. Em muitos casos, a expansão extensiva ocorre em terras com menor potencial produtivo, o que pode diluir eventuais ganhos em rendimento médio.

Assim, a ausência de significância estatística tanto do crédito rural quanto da área plantada reforça a complexidade do processo produtivo agrícola, no qual os ganhos em rendimento por hectare estão mais associados a fatores qualitativos como inovação

tecnológica, manejo adequado, condições climáticas e qualidade do solo, aspectos que não foram diretamente capturados neste modelo. Essa constatação indica que políticas públicas focadas exclusivamente no aumento do crédito rural ou na expansão da área cultivada podem não ser suficientes para promover ganhos produtivos sem o suporte a essas outras dimensões essenciais.

Embora na equação 3 no Modelo 2 tenha revelado uma relação positiva entre o rendimento e o crescimento do crédito rural destinado à soja, essa relação não apresentou significância estatística. Isso pode ser explicado pelo fato de que o crédito rural é uma política pública do rendimento agrícola. A concessão de crédito, por exemplo, pode depender mais da disponibilidade orçamentária do governo federal, das diretrizes do Plano Safra, da taxa básica de juros (Selic), do apetite dos agentes financeiros, das garantias oferecidas pelos produtores e do risco de inadimplência do que, propriamente, do desempenho produtivo médio. Assim, mesmo em contextos de aumento do rendimento, o volume de crédito pode não crescer proporcionalmente, caso outros condicionantes não estejam igualmente favoráveis.

Portanto, a ausência de significância estatística das variáveis principais no equação 3 não invalida sua relevância, mas evidencia que a relação entre rendimento agrícola, taxa de juros e crescimento do crédito rural é mais complexa do que se poderia supor. Essa relação é influenciada por múltiplos fatores econômicos, políticos e estruturais que não foram plenamente capturados na especificação do modelo, sobretudo devido às limitações dos dados agregados e à ausência de variáveis institucionais ou contextuais que poderiam afetar significativamente a alocação e a expansão do crédito rural no Brasil.

Além disso, o modelo trabalhou com dados agregados por unidade federativa e ano, o que pode ter diluído variações relevantes no nível microeconômico. Por exemplo, mesmo que determinados produtores apresentem ganhos expressivos de rendimento, isso pode não se refletir de forma clara nas médias estaduais, dificultando a detecção de padrões estatisticamente significativos. Essa agregação pode gerar perda de informação que compromete a identificação de relações mais sutis entre rendimento e crescimento do crédito.

Outro ponto importante diz respeito à taxa média de juros, que também não apresentou significância estatística, apesar de ter apresentado sinal contrário ao esperado.

Esse resultado pode indicar que a taxa média de juros praticada não foi um fator decisivo para a variação do crédito rural no período analisado, possivelmente porque muitos financiamentos são subsidiados, com taxas fixadas administrativamente e não determinadas pelo mercado. Dessa forma, as variações na taxa média podem ter sido pouco expressivas ou não refletirem o real custo do crédito enfrentado por produtores de diferentes portes e regiões.

Por fim, a ausência de significância estatística das variáveis *dummies* de ano e estado sugere que, mesmo considerando possíveis efeitos fixos regionais ou sazonais, não foi possível capturar variações sistemáticas relevantes no crescimento do crédito. Isso pode indicar que os principais determinantes da expansão (ou retração) do crédito rural operam de forma transversal, influenciando as unidades federativas de maneira relativamente homogênea, ou ainda que os efeitos específicos de cada estado e ano tenham sido absorvidos por variáveis não observadas no modelo.

Os resultados da Equação 4 do Modelo 2, estimado com variáveis instrumentais e utilizando taxas de crescimento, trouxeram evidências relevantes sobre a relação entre o crédito de custeio rural e o rendimento da soja. A variável *crescimento do crédito total de custeio concedido à soja* apresentou coeficiente negativo (-2,72) e significância estatística marginal ($p = 0,0630$), sugerindo que o aumento percentual do crédito de custeio não está necessariamente associado ao crescimento do rendimento, podendo inclusive exercer um leve efeito negativo. Apesar de contrariar a hipótese teórica de que mais crédito estimula maior rendimento agrícola, esse resultado deve ser interpretado com cautela e à luz das especificidades do crédito de custeio.

A Equação 4 revela, portanto, que o crescimento do crédito de custeio rural, embora essencial para a viabilização da produção agrícola, não apresenta relação direta e positiva com o crescimento do rendimento da soja no período analisado. Esse achado sugere que políticas públicas voltadas à elevação do rendimento agrícola devem ir além do financiamento das despesas operacionais e incluir estímulos a investimentos estruturais de médio e longo prazo como o crédito para modernização tecnológica, melhorias em infraestrutura produtiva e expansão da assistência técnica. A relação entre crédito e rendimento, conforme evidenciado, é multifacetada e fortemente influenciada por fatores estruturais, que vão além do simples volume de financiamento concedido.

O crédito de custeio tem como objetivo central cobrir despesas de curto prazo, como aquisição de insumos (sementes, fertilizantes, defensivos), preparo do solo e contratação de mão de obra. Por não estar diretamente vinculado à inovação ou ao aprimoramento técnico, seu impacto no rendimento física pode ser limitado. Assim, aumentos no volume de crédito de custeio podem refletir apenas a elevação dos custos operacionais, por exemplo, em cenários de alta nos preços dos insumos sem implicar necessariamente em ganhos reais de rendimento por hectare.

A variável crescimento da área plantada com soja apresentou coeficiente positivo (5,89) e significância marginal ($p = 0,0579$), indicando que a expansão da área cultivada pode estar associada a um leve aumento do rendimento. Esse resultado pode refletir o aproveitamento de áreas mais produtivas ou o ganho de eficiência em operações de maior escala, onde produtores com maior capacidade de gestão e acesso ao crédito de custeio conseguem aplicar os recursos de forma mais estratégica.

Embora a hipótese inicial do estudo previsse uma relação simultânea positiva entre o crédito rural de custeio e o rendimento da soja, os resultados obtidos nos quatro modelos estimados não confirmaram essa expectativa de maneira consistente. Tanto no Modelos 1, estimados com os valores absolutos das variáveis, quanto no Modelo 2, baseados nas taxas de crescimento, o crédito de custeio não apresentou significância estatística robusta na explicação direta do rendimento da soja por hectare.

No Modelo 1, a ausência de simultaneidade pode ser explicada por diferentes fatores econômicos e estruturais do setor agrícola. O crédito rural de custeio tem como principal função financiar os custos operacionais da produção como aquisição de sementes, fertilizantes, defensivos e mão de obra garantindo a viabilidade da safra. Contudo, esse tipo de financiamento, embora essencial para a manutenção da atividade agrícola, especialmente entre pequenos e médios produtores, não necessariamente gera aumentos diretos e imediatos no rendimento, mas sim assegura a continuidade da produção em patamares médios já existentes.

Além disso, o crédito rural no Brasil é composto por diferentes modalidades. Enquanto o crédito de custeio cobre os custos correntes da produção, modalidades como crédito de investimento voltado à aquisição de máquinas, tecnologias e melhorias estruturais têm potencial mais direto para promover ganhos de rendimento. Como este estudo focou

exclusivamente o crédito de custeio, é natural que os efeitos sobre o rendimento não tenham se manifestado de forma significativa nos modelos propostos.

Outro aspecto a ser considerado é a agregação dos dados por estado e ano, que engloba perfis diversos de produtores, desde pequenos até grandes. Os grandes produtores acessam volumes maiores de crédito, mesmo com menos contratos, e tendem a ter maior capacidade de investir em tecnologias produtivas, enquanto pequenos e médios dependem do crédito para manter a atividade, sem necessariamente ampliar seu rendimento.

No modelo 2, que utilizam as taxas de crescimento das variáveis para captar as variações relativas ao longo do tempo, também não foi observada uma relação significativa entre o crescimento do crédito de custeio e o crescimento do rendimento. Isso pode ser atribuído ao fato de que as variações nas taxas de crescimento do crédito nem sempre refletem um incremento em eficiência produtiva, mas sim reações a oscilações de preços de insumos, alterações de política pública ou flutuações no custo de produção. Assim, um aumento percentual no crédito pode refletir apenas a necessidade de mais recursos para manter a produção, e não uma mudança estrutural que se traduza em aumento proporcional do rendimento.

Ademais, os efeitos do crédito de custeio sobre o rendimento podem não ser imediatos, especialmente em sistemas agrícolas que operam com tecnologias já estabelecidas ou onde os investimentos estruturais são mais relevantes. Isso reforça a hipótese de que modelos estáticos e baseados em dados agregados anuais têm limitações para capturar com precisão essa dinâmica mais complexa.

Desse modo, a ausência de significância estatística do crédito de custeio na explicação do rendimento da soja, tanto nos modelos com valores absolutos quanto naqueles baseados em taxas de crescimento, não compromete sua relevância como instrumento de política pública agrícola. Ao contrário, reforça seu papel fundamental na manutenção da atividade produtiva, especialmente entre os produtores mais vulneráveis. Os resultados indicam, contudo, que os impactos do crédito sobre o rendimento médio são influenciados por uma série de fatores econômicos e estruturais, o que exige análises mais desagregadas, específicas e com perspectiva de longo prazo para uma compreensão mais precisa de sua contribuição para os ganhos de eficiência no setor agrícola brasileiro.

Para maior robustez e confiabilidade aos resultados apresentados, foram estimados diferentes modelos ao nível utilizando diversas formas de medir o rendimento agrícola, além do rendimento médio (em média simples) adotada no presente trabalho. Foram analisados indicadores como rendimento calculado renda por custo da área pela média geométrica, a rendimento calculado renda por custo por unidade de produção (saca de 60 kg), tanto pela média simples quanto pela média geométrica. Em todos esses modelos alternativos, a relação entre o crédito rural de custeio e o rendimento da soja manteve o mesmo padrão encontrado no modelo principal: a influência do crédito sobre o rendimento permaneceu estatisticamente insignificante, enquanto o rendimento agrícola apresentou impacto significativo e positivo sobre o crédito. Essa constância reforça a robustez das conclusões do estudo, indicando que os resultados não dependem da forma específica como o rendimento é mensurada, conferindo maior segurança às conclusões apresentadas.

5. CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar a existência de uma relação simultânea e positiva entre o crédito rural destinado ao custeio da produção de soja e rendimento da soja, considerando as safras de 2014/15 a 2023/24. Por meio da aplicação de modelos econométricos com variáveis instrumentais e dados em painel, buscou-se identificar efeitos diretos e interdependentes entre essas variáveis, contribuindo para o entendimento das dinâmicas que envolvem financiamento agrícola e desempenho produtivo no setor da soja.

Os resultados obtidos indicam que, embora o rendimento médio da soja por hectare apresente uma associação positiva e marginalmente significativa com o volume de crédito rural de custeio concedido, não foi possível identificar um impacto estatisticamente robusto do crédito de custeio sobre o rendimento agrícola nos modelos estimados. Esse achado sugere que a relação entre essas variáveis é mais complexa e depende de diversos outros fatores que não foram plenamente capturados pela modelagem, como o perfil do produtor, o nível tecnológico empregado e as condições institucionais locais.

Diante desses resultados, destaca-se a importância de considerar a heterogeneidade dos produtores rurais, bem como o tipo e o destino dos recursos financeiros. Este trabalho teve como foco o crédito rural voltado ao custeio da produção, cuja principal finalidade é cobrir os gastos operacionais das lavouras, como insumos, sementes e defensivos agrícolas. Embora esse tipo de crédito seja essencial para a manutenção do ciclo produtivo, os

resultados sugerem que, por si só, ele não exerce um impacto direto e significativo na elevação do rendimento médio da soja. Isso não invalida a importância do crédito rural como política pública, mas aponta que outras modalidades de crédito, como aquelas voltadas para investimentos em infraestrutura, inovação tecnológica e modernização da produção, podem ser mais eficazes na promoção de ganhos estruturais e sustentáveis de rendimento. Assim, políticas públicas que articulem diferentes linhas de financiamento, de forma complementar, poderão gerar efeitos mais expressivos sobre o rendimento agrícola no longo prazo.

Por fim, embora os modelos utilizados tenham sido robustos em termos metodológicos, a agregação dos dados por estado e por ano pode ter diluído efeitos específicos que ocorrem em nível microeconômico. A ausência de desagregação por porte do produtor e tipo de linha de crédito também representa uma limitação, dificultando a identificação de impactos diferenciados conforme o perfil dos beneficiários.

Sugere-se, para pesquisas futuras, a análise do crédito rural desagregado por categoria de produtor (pequeno, médio e grande porte) e por tipo de crédito (custeio, investimento e comercialização), o que permitiria avaliar o impacto diferenciado do crédito sobre o rendimento. Além disso, estudos que utilizem dados em nível municipal ou de produtor individual poderiam oferecer maior precisão na identificação de relações causais, reduzindo os efeitos de agregação. Outra possibilidade relevante seria a incorporação de variáveis institucionais, como acesso à assistência técnica e infraestrutura rural, para compreender melhor os condicionantes do uso eficiente do crédito no setor agrícola

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, D. A.; DEININGER, K. W.; DUPONCHEL, M. F. Restrições de crédito, produtividade agrícola e participação rural não agrícola: evidências de Ruanda (inglês). Documento de Trabalho de Pesquisa de Políticas, n. WPS 6769. Washington, DC: Grupo Banco Mundial, 2014. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/501541468306236166>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

ARAGÃO, A.; CONTINI, E. Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo. Embrapa, 1 jun. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259>>. Acesso em: 22 maio 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Crédito rural: legislação e aspectos. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/meubc/faqs/s/credito-rural>>. Acesso em: 5 nov. 2024.

BOBBIO, N. Direita e esquerda: razões e significados de uma distinção política. São Paulo: Unesp, 1995.

BRAKE, J. R. The role of credit in agricultural and rural development. Staff Paper, n. SP 89-10, Cornell University, 1989. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/276782/1/Cornell-Dyson-SP198910.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Participação do setor agrícola no PIB brasileiro. Piracicaba, 2022. Disponível em: <<http://www.cepea.org.br/br/releases/pib-agro-cepea-pib-do-agro-cresce-8-36-em-2021-participacao-no-pib-brasileiro-chega-a-27-4.aspx>>. Acesso em: 2 nov. 2024.

CHANDIO, A. A.; JIANG, Y.; WEI, F.; GUANGSHUN, X. Efeitos do crédito agrícola na produtividade do trigo em pequenas propriedades rurais em Sindh, Paquistão: os empréstimos de curto prazo são melhores? *Agricultural Finance Review*, v. 78, n. 5, p. 592–610, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/AFR-02-2017-0010>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Série histórica da soja – Safra 2023/2024. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/soja>>. Acesso em: 22 maio 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Série histórica de grãos: soja. In: *Safras – Portal de Informações Agropecuárias*. Brasília: Conab, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/series-historicas/graos/soja>>. Acesso em: 9 jun. 2025.

COSTA, C. J. J. Impacto das variações no crédito rural e no investimento em pesquisa agrícola na produtividade da agricultura brasileira contemporânea. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, n. 4, p. 551–564, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560401>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esr>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

COSTA, R. B. Variações no crédito rural e investimento em pesquisa agrícola: impactos na produtividade do setor agrícola brasileiro. *Revista de Política Agrícola*, v. 27, n. 1, p. 45–58, 2018. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/328942064_Choque_de_oferta_no_credito_rural_e_seu_impacto_produtivo_na_agricultura_brasileira>. Acesso em: 27 nov. 2024.

COSTA, R. F. S.; ALMEIDA, E. F.; CAMPOS, A. C. Ganho de produtividade e redução de preços dos alimentos no Brasil: uma análise histórica. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 51, n. 3, p. 511–530, 2013. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/resr/a/BtpGPkPHGpMfR8hQrZFH89y/?lang=pt>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

DUPONCHEL, M.; ALI, D. A.; DEININGER, K. Credit Constraints, Agricultural Productivity, and Rural Nonfarm Participation: Evidence from Rwanda. *Policy Research Working Papers*, n. 2014-02, 2014. Disponível em:

<<https://documents1.worldbank.org/curated/en/386401468305345134/pdf/WPS6789.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

ELLIS, F. The role of credit in agricultural development. *Agricultural Economics*, v. 7, p. 161–171, 1992.

EMBRAPA. Soja: produtividade cresceu 86% em 40 anos. 2020. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52863984/soja-productividade-cresceu-86-em-40-anos>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

GASQUES, J. G.; BACCHI, M. R. P.; BASTOS, E. T. Impactos do crédito rural sobre variáveis do agronegócio. *Revista de Política Agrícola*, v. 26, n. 4, 2017. Disponível em:

<<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1315>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. R. P. Produtividade da agricultura brasileira: desempenho e desafios. *Texto para Discussão – IPEA*, n. 1946, 2014. Disponível em:

<https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1946.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. *Econometria básica*. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)*. 2024. Disponível em:

<<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 5 nov. 2024.

IMEA – INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. Relatório Agroeconômico – Centro-Oeste. 2022. Disponível em: <<https://www.imea.com.br>>. Acesso em: 5 nov. 2024.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Crédito rural e desenvolvimento econômico: desafios e perspectivas. 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/190411_relatorio_credito_rural.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Brecha Produtiva Internacional e Heterogeneidade Estrutural na Agricultura Brasileira. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2012.

Disponível em:

<https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=17371&Itemid=448>. Acesso em: 4 jun. 2025.

LOPES, R. M.; LIMA, J. E.; ALMEIDA, A. N. O papel do crédito rural na adoção de tecnologias agrícolas no Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 58, n. 2, p. 1–20, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/resr/a/SfFYKrGKrQHhMKmCXYGGC5R/?lang=pt>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília: MAPA, 2018. Disponível em:

<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/plano-agricola-e-pecuario/visao-2030.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

MELLO, C. R. de. O impacto do crédito rural sobre a produtividade: uma análise para os municípios brasileiros. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) – PUCRS, 2024.

PORTAL MAIS AGRO. A soja ocupa uma posição central na agricultura brasileira por ser uma das principais commodities agrícolas do país e um motor econômico de alcance global. 2024.

Disponível em: <<https://maisagro.syngenta.com.br/tudo-sobre-agro/soja-no-brasil-origem-evolucao-e-importancia-economica/>>. Acesso em: 4 nov. 2024.

RIBEIRO, I. G. et al. Efeitos do crédito rural sobre a produção de soja na região do Matopiba.

Revista de Economia e Agronegócio, v. 21, n. 1, p. 1–20, 2023. Disponível em:

<<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74802>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

SABASI, D.; SHUMWAY, C. R.; KOMPANIYETS, L. Analysis of credit access, U.S. agricultural productivity, and residual returns to resources. Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/aae.2021.16>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

SANTOS, R. T. et al. Concessão de crédito rural: evidências empíricas do impacto na produção de soja no Centro-Oeste brasileiro. *Economia Ensaios*, v. 35, n. 2, ed. especial Cerrado Brasileiro, 2020.

SANTOS, R. B. N. dos; BRAGA, M. J. Impactos do Crédito Rural na produtividade da terra e do trabalho nas Regiões Brasileiras. *Economia Aplicada*, v. 17, n. 3, p. 299–324, 2013.

SELORM, A. et al. A agricultura contratual afeta a eficiência técnica? Evidências de produtores de soja no norte de Gana. *Agricultural and Food Economics*, v. 11, art. 9, 2023. DOI: <<https://doi.org/10.1186/s40100-022-00240-9>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

SHIVASWAMY, G. P. et al. Impact of institutional credit on agricultural productivity in India: a time series analysis. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, v. 90, n. 2, p. 412–417, 2020. Acesso em: 26 nov. 2024.

SOUZA, P. M.; LIMA, J. E. Custo de produção e produtividade agrícola: análise da eficiência produtiva nas lavouras brasileiras. *Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural*, v. 59, n. 2, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/resr/a/7Z9NWGrzgQ6JtjV9T7FFXzK/?lang=pt>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

TORRES, R.; BENDER FILHO, R.; PEREIRA, M. M. Efeitos do crédito rural para o Estado do Rio Grande do Sul no período de 2013 a 2019. *Revista Gaúcha de Desenvolvimento*, v. 19, n. 2, p. 28–48, 2022.

WOOLDRIDGE, J. M. Introdução à econometria: uma abordagem moderna. 5. ed. Cengage Learning, 2016.