AGRONOMIA EM FOCO

PESQUISAS E EXPERIÊNCIAS DO CURSO DE AGRONOMIA

GRUPO EDUCACIONAL impacto
O nosso alvo é o seu sucesso!
PORANGATU GOIÁS

EXPEDIENTE

Título:
Agronomia em Foco: Pesquisas e experiências do Curso de Agronomia

Instituição:
Faculdade Impacto de Porangatu - FIP

Curso:
Agronomia

Edição:
1ª edição, 2026

Local:
Porangatu - Goiás - Brasil

Organização editorial:
Curso de Agronomia - Faculdade Impacto de Porangatu

Produção:
Coletânea de artigos científicos e relatos de experiência acadêmica

Nota editorial:
Esta obra reúne os trabalhos constantes no arquivo-base fornecido para a coletânea. A organização editorial foi estruturada em formato de livro, com padronização de títulos, seções, paginação e apresentação. O conteúdo científico, resultados, dados, referências e autoria de cada trabalho foram preservados, sem substituição por informações externas.

FACULDADE IMPACTO DE PORANGATU
CURSO DE AGRONOMIA

AGRONOMIA EM FOCO

Pesquisas e experiências do Curso de Agronomia

Obra coletiva composta por trabalhos científicos e relatos de experiência desenvolvidos no âmbito do Curso de Agronomia da Faculdade Impacto de Porangatu.

Organização editorial
Curso de Agronomia - Faculdade Impacto de Porangatu

Porangatu - Goiás
- 2026. -

Copyright © 2026 by
Faculdade Impacto de Porangatu - FIP

Faculdade Impacto de Porangatu - FIP
Endereço: Rua 15, n. 27, Quadra 34, Lote 34, Andar 01 -
Centro CEP: 76.550-000 - Porangatu - Goiás
Fone: (62) 3362-1465

Editoração e Capa: Franco Jr.

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da Falculdade Impacto

I487a Agronomia em foco : pesquisas e experiências do Curso de Agronomia / organização editorial: Curso de Agronomia – Faculdade Impacto de Porangatu. – 1. ed. – Porangatu, GO : Faculdade Impacto de Porangatu, 2026. [E-Book]
205 p; il

Obra coletiva. Coletânea de artigos científicos e relatos de experiência acadê-mica do Curso de Agronomia.

ISBN: 978-65-02-44531-0

1. Agronomia. 2. Ciências agrárias. 3. Pesquisa científica. 4. Experiências acadêmicas. I. Curso de Agronomia - Faculdade Impacto de Porangatu. II. Título.

O conteúdo da obra e sua revisão são de total responsabilidade dos autores.

DIREITOS RESERVADOS
É proibida a reprodução total ou parcial da obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, sem a autorização a devida citação ou referência.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 7

SOBRE ESTA EDIÇÃO 8

Capítulo 1: A PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DE PEQUENOS AGRICULTORES 9
Roseli Vieira Pires
Ronaldo Rodrigues da Silva
Priscila Pereira do Nascimento Batista Cassimiro

Capítulo 2: RECUPERAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO POR HERBICIDA RESIDUAL EM HORTA DIDÁTICA: RELATO DE EXPERIÊNCIA EM OLERICULTURA 38
Thiago Francisco Rosa
Cinthia Ohana Marques Neves

Capítulo 3: AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO INICIAL DA CULTURA DA COUVE (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *ACEPHALA*) EM SUBSTRATOS DE FIBRA DE COCO E MISTURA DE FIBRA DE COCO COM CASCA DE ARROZ CARBONIZADA 62
Oswaldo Rodrigues Borges
Junior Camila Correia Casção

Capítulo 4: IMPORTÂNCIA DA COBERTURA VEGETAL COM CASCA DE ARROZ NO DESENVOLVIMENTO DA ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*)..... 76
Pedro Lucas Guimarães Silva
Cinthia Ohana Marques Neves

Capítulo 5: OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SILAGEM COM ÁCIDO GIBERÉLICO NO MILHO..... 91
Eduardo Henrique da Silva
Gustavo Henrique Mendes Brito

Capítulo 6: DESENVOLVIMENTO DO PEPINO CAIPIRA (CUCUMIS SATIVUS) EM DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS 104
João Vitor Vieira
Gustavo Henrique Mendes Brito

Capítulo 7: ANÁLISE DA ARQUITETURA DAS PLANTAS DE SOJA E RESPECTIVAS PRODUTIVIDADES EM RESPOSTA A DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS NA REGIÃO NORTE DE GOIÁS 113
Julia Caroline Ferreira Amorim
Cinthia Ohana Marques Neves

Capítulo 8: EFICIÊNCIA DE *ISARIA FUMOSOROSEA* NO CONTROLE DE *BEMISIA TABACI* NA CULTURA DA SOJA EM CONDIÇÕES DE CAMPO..... 129
Antonio Paulo Dias da Silva
Cinthia Ohana Marques Brito

Capítulo 9: VIABILIDADE ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS POR MEIO DE SISTEMAS SILVICULTURAIS 146
Alexandre Henrique Silva Barreto
Cinthia Ohana Marques Neves

APRESENTAÇÃO

Esta coletânea apresenta uma seleção de estudos desenvolvidos no Curso de Agronomia da Faculdade Impacto de Porangatu, reunindo pesquisas experimentais, estudos bibliográficos e relatos de experiências práticas relacionados a diferentes áreas da ciência agronômica.

Os trabalhos contemplam temas que vão da agricultura familiar e qualidade de vida no campo ao manejo de solos, produção de hortaliças, substratos, fisiologia vegetal, produção de silagem, arranjos populacionais da soja, manejo integrado de pragas e alternativas de sustentabilidade econômica e ambiental.

A diversidade temática demonstra a amplitude da formação agronômica e aproxima a produção acadêmica dos desafios encontrados no campo. Em especial, vários estudos foram realizados ou contextualizados na região de Porangatu e no Norte de Goiás, valorizando a realidade agrícola regional.

A obra foi organizada em capítulos independentes, cada um correspondente a um trabalho científico. Para facilitar a consulta, os artigos iniciam em nova página e mantêm suas estruturas de resumo, abstract, introdução, metodologia, resultados, conclusão e referências, quando presentes no material original.

Espera-se que esta publicação contribua para a divulgação da produção acadêmica da Faculdade Impacto, para a formação dos estudantes e para o diálogo entre universidade, profissionais do setor agropecuário e sociedade.

SOBRE ESTA EDIÇÃO

Esta primeira edição foi estruturada como uma coletânea científica do Curso de Agronomia da Faculdade Impacto de Porangatu.

Os capítulos são apresentados na seguinte sequência temática: agricultura familiar e qualidade de vida; recuperação de solo e olericultura; produção de mudas; cobertura de solo em alface; controle biológico de pragas da soja; sistemas silviculturais e créditos de carbono; produção de silagem de milho; substratos para pepino; arranjo populacional da soja.

As páginas de abertura, apresentação e sumário compõem a parte pré-textual. Cada capítulo inicia em página própria, permitindo leitura independente e facilitando futuras citações, impressão e encadernação.



Capítulo 1

A PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DE PEQUENOS AGRICULTORES

Roseli Vieira Pires
Ronaldo Rodrigues da Silva
Priscila Pereira do Nascimento Batista Cassimiro

Resumo: O estudo analisa A percepção da qualidade de vida de pequenos agricultores sob a ótica da dualidade entre a relevância socioeconômica da agricultura familiar e suas vulnerabilidades estruturais. Destaca-se que o setor é pilar da segurança alimentar e do desenvolvimento local, mas os produtores enfrentam severas carências de infraestrutura, isolamento geográfico e riscos ergonômicos e químicos (agrotóxicos), como apontam dados do IBGE (2017) e autores como Castro (1946), Schneider (2009) e Abramovay (1998). O objetivo é investigar se as pessoas do campo possuem e desenvolvem hábitos saudáveis para uma qualidade de vida adequada, operando sob o conceito de bem-estar da OMS. A metodologia adota uma abordagem qualitativa e bibliográfica, fundamentada em revisão de literatura de autores consagrados e na Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2016). O referencial teórico introduz o marco legal do setor, detalhando a Lei nº 11.326/2006 (Lei da Agricultura Familiar) e os critérios rígidos (propriedade de até 4 módulos fiscais, mão de obra familiar, renda interna e autogestão) que formalizaram o setor e abriram caminho para o fortalecimento do PRONAF. A conclusão revela que a qualidade de vida no meio rural é um conceito multidimensional que transcende índices econômicos e volumes de safras, envolvendo a estabilidade financeira, a segurança alimentar e a saúde física e mental dos produtores. Historicamente, a percepção de bem-estar evoluiu da mera subsistência para exigências contemporâneas de dignidade, incluindo conectividade, saneamento, transporte e serviços de saúde. Apesar de atuarem como guardiões da segurança alimentar e da resiliência ambiental, a falta de suporte emocional e financeiro diante das pressões estruturais e mudanças climáticas tem gerado esgotamento psicológico e estresse crônico na população rural. Percebeu-se durante os levantamentos realizados que os pequenos agricultores seguem as regras da sobrevivência preocupados com os resultados de suas safras e com isso a qualidade de vida fica para um segundo plano. A sustentabilidade da agricultura familiar e a mitigação do êxodo rural dependem de ações urgentes do Estado e da sociedade civil para humanizar o trabalhador, garantindo-lhe reconhecimento social e financeiro. Portanto, assegurar a qualidade de vida do pequeno agricultor significa enxergá-lo como um cidadão de direitos plenos, cuidando e valorizando a vida de quem efetivamente alimenta o Brasil.

Palavras-chave: Percepção. Qualidade de vida. Agricultores. Agricultura familiar. Bem-estar rural.

Abstract: This study analyzes small farmers' perceptions of their quality of life through the lens of the duality between the socioeconomic importance of family farming and its structural vulnerabilities. It highlights that the sector is a pillar of food security and local development; however, producers face severe infrastructure deficits, geographic isolation, and ergonomic and chemical risks (such as exposure to pesticides), as indicated by IBGE data (2017) and authors such as Castro (1946), Schneider (2009), and Abramovay (1998). The objective is to investigate whether rural populations adopt and cultivate healthy habits conducive to an adequate quality of life, framed by the WHO concept of well-being. The methodology employs a qualitative, bibliographic approach based on a literature review of established authors and Laurence Bardin's (2016) content analysis method. The theoretical framework introduces the sector's legal landscape, detailing Law No. 11.326/2006 (the Family Farming Law) and the strict criteria—such as landholdings of up to four fiscal modules, reliance on family labor, internal income generation, and self-management—that formalized the sector and paved the way for strengthening PRONAF. The conclusion reveals that rural quality of life is a multidimensional concept transcending economic indicators and crop yields, encompassing financial stability, food security, and the physical and mental health of producers. Historically, the perception of well-being has evolved from mere subsistence to contemporary demands for dignity, including access to connectivity, sanitation, transportation, and healthcare services. Despite their role as guardians of food security and environmental resilience, a lack of emotional and financial support in the face of structural pressures and climate change has led to psychological exhaustion and chronic stress among the rural population. Surveys revealed that small-scale farmers operate under the dictates of survival, focused on crop yields, while their quality of life takes a back seat. The sustainability of family farming and the mitigation of rural-to-urban migration depend on urgent action by the State and civil society to humanize the worker, ensuring them both social and financial recognition. Therefore, securing a good quality of life for the small-scale farmer means viewing them as a citizen with full rights, and caring for and valuing the lives of those who truly feed Brazil.

Keywords: Perception. Quality of life. Farmers. Family farming. Rural well-being.

1. INTRODUÇÃO

O desempenho da agricultura familiar no Brasil, merece um destaque temporal na sua contribuição de fomentos as necessidades básicas de um estado. À alimentação entra como um produto indispensável para a sobrevivência humana.

Sabedores que a agricultura familiar, constitui um dos pilares socioeconômicos mais relevantes do cenário rural contemporâneo e desempenha um papel estratégico tanto na segurança alimentar quanto na preservação ambiental e cultural. Nesse sentido, o setor responde pela produção da maior parcela dos alimentos que compõem a cesta básica nacional, além de fixar o homem no campo e dinamizar as economias locais.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), no censo Agropecuário 2017, relata a despeito de sua relevância macroeconômica e social, das realidades vivenciadas por essas populações que são marcadas por uma dualidade complexa, expressas nos contrastes entre a satisfação com o modo de vida rural e a persistência de severas vulnerabilidades estruturais.

Castro (1946), autor da obra clássica "Geografia da Fome". É sem dúvidas uma das referências brasileira mais importante ao discutir a alimentação como necessidade humana indispensável. Ele argumentou que a fome no Brasil não é um problema de falta de terras ou clima, mas de escolhas políticas e de má distribuição, defendendo indiretamente o fomento à produção local de alimentos básicos em vez do foco exclusivo no latifúndio exportador.

Schneider (2009), sociólogo e conhecedor de temas rurais no Brasil, analisa em detalhes o destaque temporal da agricultura familiar nas últimas décadas, abordando como ela se consolidou como categoria política e econômica e sua relação direta com o desenvolvimento dos municípios do interior.

Aqui se entende que a falta de Políticas Públicas e ou, a falta de gerenciamentos das existentes, deixam de contabilizar nas esferas federais sobre o desempenho e a importância da agricultura familiar como um setor de alta produção e apoio ao agronegócio.

Compreender essa realidade exige deslocar o olhar dos indicadores puramente econômicos para a análise da qualidade de vida (QV), um conceito que a Organização Mundial da Saúde (OMS) define como a percepção do indivíduo sobre sua posição na vida, no contexto da cul-tura e dos sistemas de valores nos quais vive, e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações. No meio rural, essa percepção assume contornos específicos.

Conforme apontam os estudos sociológicos clássicos de Abramovay (1998), a agricultura familiar não se resume a um negócio ou a uma atividade puramente mercantil; ela representa um estilo de vida no qual a família, a terra e o trabalho encontram-se organicamente integrados, de modo que o bem-estar psicológico está fortemente atrelado à autonomia laboral e ao sentimento de pertença ao território.

Resta-nos problematizar de como a agricultura familiar e as pessoas do campo tem uma percepção de qualidade de vida em suas vidas? Nem sempre viver no campo é sinônimo de boa qualidade vida. Os hábitos e cuidados, são essências para uma longevidade com saúde e disposição de se viver bem e com qualidade.

Essa relação nos levar levantar como objetivo dessa temática, levantar se as pessoas do campo, tem ou sabem se elas desenvolvem hábitos saudáveis para ter uma qualidade de vida adequada.

A justificativa se dá em funções das dimensões físicas e ambientais dessa percepção que revelam o peso dos desafios cotidianos. A carência de infraestrutura básica, o isolamento geográfico e as barreiras no acesso a serviços públicos de saúde e educação, a falta de conexão ao mundo via redes de informações, atuam como fatores de forte insatisfação e estruturais. Além disso, as exigências ergonômicas do

trabalho no campo exercem um impacto direto sobre a integridade biológica do produtor. Segundo Minayo-Gomez e Thedim-Costa (1999), as condições operacionais nas pequenas propriedades expõem os trabalhadores a um desgaste precoce, evidenciando que:

> "O processo de trabalho agrícola, historicamente negligenciado pelas políticas de vigilância à saúde, caracteriza-se pela coexistência de riscos tradicionais e modernos, onde a penosidade do esforço físico se soma à periculosidade do manejo inadequado de insumos químicos, resultando em perfis epidemiológicos complexos e subnotificados." (p. 23).

Ademais, a introdução maciça de insumos químicos e a recente flexibilização das normativas de agrotóxicos no país adicionaram novas camadas de risco à saúde e segurança dessas populações. A falta de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados e a escassez de assistência técnica continuada transformam a busca pelo incremento da produtividade em um vetor de adoecimento crônico, afetando severamente o domínio ambiental e físico da qualidade de vida familiar.

Cada vez mais há um descaso social, ambiental e de saúde, onde as consequências as vezes chegam tardiamente e deixando sequelas gravíssimas para aqueles que lutam em um lugar ao sol.

2. METODOLOGIA

Esse trabalho é de cunho qualitativo e bibliográfico que, segundo Marconi e Lakatos (2021), mostra que a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividades numéricas, mas sim com o aprofundamento da compreensão de um grupo ou de um fenômeno social. Esse tipo de abordagem preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, focando na compreensão e na explicação da dinâmica das relações sociais.

Gil (2019), ele define que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente por livros e artigos científicos, sendo essencial para dar sustentação teórica a qualquer investigação. A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados dispersos pelo espaço.

O estudo não previu a aplicação de instrumentos empíricos com seres humanos, fundamentando-se exclusivamente na análise do conteúdo conceitual e empírico presente em livros de referência, artigos de periódicos indexados (como SciELO, Scopus e Google Acadêmico) e teses que discutem a realidade rural contemporânea. Além de autores consagrados nessa como, Grisa e Schneider (2015), Schneider e Niederle (2008), Merlo, Bottega e Perez (2014), Spanevello et al (2011), Dimenstein et al (2020), Dantas et al (2020), Faria, Facchini, Fssa (2020), Minayo-Gomez e Thedim-Costa (1999), Abramovay (1998) e Castro (1946), entre outros.

Para conferir rigor científico ao tratamento desse material bibliográfico, foi utilizada a Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2016), adaptada para a revisão crítica de literatura.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Marco Legal: A Lei da Agricultura Familiar (Lei nº 11.326/2006)

O PRONAF em 1995 foi o início do braço financeiro, a consolidação jurídica do setor só aconteceu uma década depois. A **Lei nº 11.326**, sancionada em **24 de julho de 2006**, estabeleceu as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.

Esta lei foi um marco histórico por definir critérios jurídicos rígidos para quem pode ser considerado, perante o Estado, um agricultor familiar:

Quadro 1. Pronaf: Lei nº 11.326

Critério Legal	Descrição
Tamanho da Propriedade	A área explorada não pode exceder **4 módulos fiscais** (o tamanho varia por município).
Mão de Obra	Deve ser predominantemente **familiar**, utilizando o trabalho dos próprios membros do núcleo familiar.
Origem da Renda	A renda familiar deve originar-se, em percentual mínimo, das atividades econômicas do próprio estabelecimento.
Gestão	O estabelecimento ou empreendimento deve ser **dirigido diretamente** pelo agricultor ou por sua família.

Fonte: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm.

A base legal para a criação da **DAP (Declaração de Aptidão ao Pronaf)**, que posteriormente evoluiu para o **CAF (Cadastro Nacional da Agricultura Familiar)**. Sem esse enquadramento por lei, o grande agronegócio poderia capturar os recursos subsidiados que deveriam ser destinados exclusivamente ao pequeno produtor.

3.2 Destaques Temporais de Produção e Dados dos Censos Agropecuários

Para compreender como a agricultura familiar se consolidou como o pilar socioeconômico atual, é fundamental analisar a evolução dos dados produtivos e censitários ao longo das últimas décadas. Os censos agropecuários funcionam como fotografias temporais que revelam não apenas o volume de produção, mas a transição de um setor de subsistência para uma força indispensável no abastecimento nacional e no desenvolvimento regional.

3.3 O Censo de 1995/1996: A Radiografia da Invisibilidade

Realizado simultaneamente ao nascimento do PRONAF, este censo capturou o cenário que motivou as grandes mobilizações sociais da década de 1990:

- **Dualidade Estrutural:** O censo revelou que a esmagadora maioria dos estabelecimentos rurais do país dependia do núcleo familiar, mas detinha uma fração mínima das terras agricultáveis.
- **Marginalização do Crédito:** Mais de 80% dos pequenos produtores operavam sem qualquer acesso a financiamentos bancários ou assistência técnica oficial, dependendo de recursos próprios rudimentares.
- **O Alerta da Subsistência:** Ficou evidente que, mesmo sem apoio, esses espaços produtivos integravam de forma indissociável o trabalho, a residência e a segurança alimentar local.

3.4 O Censo de 2006: A Consolidação Jurídica e Produtiva

Conduzido no mesmo ano da promulgação da **Lei da Agricultura Familiar (Lei nº 11.326/2006)**, este levantamento trouxe os primeiros reflexos de uma década de políticas de crédito (PRONAF):

- **Eficiência por Hectare:** O censo de 2006 chocou analistas ao demonstrar que, mesmo ocupando menos de um quarto da área total das propriedades brasileiras, a agricultura familiar respondia por cerca de **70% dos alimentos consumidos diariamente** no país.
- **Diversificação de Culturas:** Ficou documentada a vocação policultora do setor. Enquanto o agronegócio patronal se concentrava em grandes monoculturas de exportação (como soja e cana-de-açúcar), as pequenas propriedades garantiam a soberania alimentar com o cultivo diversificado de feijão, milho, mandioca, hortaliças e a produção leiteira.

3.5 O Censo de 2017: Resiliência, Tecnologia e Desafios Estruturais

O Agropecuário completo detalhou a robustez contemporânea do setor, mas também acendeu alertas sobre a necessidade de sustentabilidade a longo prazo:

- **O Gigante Empregador:** Confirmou-se que o setor responde por **67% dos postos de trabalho no campo**, totalizando mais de 10 milhões de pessoas. Isso demonstra que a agricultura familiar fixa a população no interior, gerando riqueza regional dinâmica.
- **Concentração de Terras vs. Produtividade:** Os dados apontaram que **77% dos estabelecimentos do país** são de agricultura familiar, embora detenham apenas 23% da área rural.
- **A Transição para a Qualidade de Vida:** Os dados censitários mais recentes, analisados sob a ótica contemporânea, mostram que o foco do produtor familiar migrou da sobrevivência básica para a busca por qualidade de vida e sucessão familiar. Isso inclui o desejo por conectividade no campo, mecanização de pequena escala e agregação de valor à produção (como agroindústrias familiares e cooperativismo).

Quadro 2. A Radiografia da Invisibilidade

Censo 1995/961	Censo 2006	Censo 2017
Alta exclusão rural	Eficiência Provada	Líder em desafio da sucessão
Empregos	Consolidação da Lei	Resiliência
Falta de crédito, Dualidade Estrutural e Alerta da Subsistência	Eficiência por Hectare	Tecnologia, desafios Estruturais e diversificação de culturas

Fonte: https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=CENSO+1995%2F961

3.6 Conexão com a Realidade Atual (Mapeamento de Tendências)

Acompanhando o raciocínio das discussões sobre clima e segurança alimentar, os destaques temporais mostram que a evolução da produção familiar caminha para modelos de **produção integrada e diversificada**.

A tendência observada nos dados censitários reflete-se na organização das pequenas propriedades modernas, onde o agricultor combina culturas de ciclo curto para subsistência e geração de renda rápida (como o feijão, o milho, a abóbora e a mandioca) com projetos de alto valor agregado e menor impacto territorial para o futuro como a transição agroecológica e a implementação da **piscicultura (criação de peixes)** em pequenas lâminas d'água.

Essa transição reforça o diagnóstico dos censos: a pequena propriedade rural é um espaço dinâmico que, quando apoiado por políticas públicas contínuas, une perfeitamente a conservação ambiental, a moradia digna e a resiliência econômica.

3.7 Indicadores de Qualidade de Vida e Saúde do Homem no Campo

A análise temporal dos censos e dos estudos demográficos associados revela que o conceito de produtividade rural tornou-se indissociável das condições de bem-estar social, saúde e sustentabilidade do trabalhador. A evolução desses indicadores aponta para avanços significativos, mas também para novos gargalos epidemiológicos e sociais:

a) Transição Demográfica e o Envelhecimento do Campo

Um dos alertas mais contundentes das últimas análises temporais é o envelhecimento da população que trabalha na agricultura familiar.

Dados de Evolução: Entre os censos de 2006 e 2017, a proporção de produtores rurais com mais de 55 anos saltou de **38% para 45%**. Em

contrapartida, a faixa de jovens produtores (até 34 anos) despencou de **17% para apenas 11%**.

Impacto na Qualidade de Vida: Esse fenômeno (o "envelhecimento no campo") decorre diretamente da falta de sucessão familiar motivada, muitas vezes, pela busca dos jovens por melhores condições de estudo e lazer nas cidades. Para o trabalhador idoso que permanece, o esforço físico contínuo eleva a incidência de doenças osteoarticulares e crônicas degenerativas.

b) Riscos Ocupacionais e Saúde Ambiental

Embora o acesso a insumos tenha modernizado a produção, ele introduziu variáveis críticas para a saúde do homem no campo:

Exposição Química: A pressão do mercado por produtividade acelerou o uso de defensivos químicos e fertilizantes. Historicamente, o pequeno produtor carece de treinamento adequado e Equipamen-tos de Proteção Individual (EPIs), resultando em quadros de intoxicação crônica e contaminação do solo e dos recursos hídricos da propriedade.

Exposição Solar e Acidentes: Estudos de saúde pública associados ao campo demonstram uma alta prevalência de câncer de pele devido à exposição contínua à radiação solar, além de taxas severas de acidentes de trabalho com ferramentas e maquinários de pequeno porte.

c) Acesso a Serviços Públicos e Infraestrutura Coletiva

A qualidade de vida no meio rural é medida pela capacidade de transformar a renda da produção em bem-estar. Tecnicamente, isso envolve as dimensões de moradia, saneamento e conectividade:

Saneamento e Água: A transição dos anos 1990 para os anos recentes registrou uma melhora na qualidade das habitações rurais. No entanto, o deficit de saneamento básico (esgotamento sanitário adequado) e a dependência de poços ou fontes d'água sem tratamento

regular ainda vulnerabilizam a saúde das famílias contra infecções parasitárias e gastrointestinais.

Saúde da Família: A expansão da **Estratégia Saúde da Família (ESF)** rural e o papel do Sistema Único de Saúde (SUS) mitigaram o isolamento histórico do campo. Contudo, a distância geográfica de centros especializados de atendimento continua sendo um fator de desigualdade na agilidade diagnóstica, especialmente para a saúde do homem, culturalmente mais resistente a exames preventivos.

Saúde Mental e Pressão Social: O trabalho rural combina o ambiente doméstico e o produtivo no mesmo espaço. A literatura acadêmica recente aponta que fatores como o endividamento, o isolamento social, o medo de perdas de safras por eventos climáticos extremos e o esgotamento profissional geram impactos profundos na saúde mental do produtor.

Quadro 3. Saúde Mental e Pressão Social

Evento	Consequências
Estresse Climático/Financeiro	Impacto na Saúde Mental
Envelhecimento Populacional	Sobrecarga Física e Falta de Sucessão
Modernização sem Proteção	Riscos Ocupacionais (Químicos/Solares)

Fonte; Autores (2026).

Dessa forma, os dados temporais provam que garantir a sustentabilidade da agricultura familiar exige ir além do crédito produtivo do PRONAF; demanda políticas integradas de saúde do trabalhador, conectividade e infraestrutura social que assegurem a dignidade e a permanência humana no território rural.

3.8 Dados Estatísticos e o Impacto Econômico Atual

A relevância da agricultura familiar no Brasil pode ser mensurada por meio de dados oficiais (baseados no último Censo Agropecuário do IBGE e atualizações do Ministério de Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar). O setor não é apenas uma força social, mas um gigante econômico invisível:

- **Ocupação do Território:** Cerca de **77% dos estabelecimentos rurais** do Brasil pertencem à agricultura familiar. Apesar disso, eles ocupam apenas cerca de 23% da área total dos imóveis rurais do país, demonstrando uma altíssima eficiência produtiva por hectare.
- **Geração de Empregos:** O setor responde por mais de **67% da força de trabalho no campo**. É o maior motor de geração de emprego e renda no interior do país, fixando o homem no campo e reduzindo o êxodo rural.
- **A Base da Mesa Brasileira:** A participação do setor na produção de alimentos essenciais para a segurança alimentar é majoritária:
  1. **Mandioca:** Cerca de 80% da produção nacional.
  2. **Feijão:** Mais de 40% de todo o feijão consumido no país.
  3. **Leite:** Em torno de 64% da produção de leite cru.
  4. **Aves e Suínos:** Mais de 50% do plantel nacional da agroindústria familiar.

3.9 Dinâmicas Regionais: O Impacto nos Biomas Amazônia e Caatinga

A relação entre agricultura familiar, clima e subsistência se manifesta de formas completamente diferentes a depender das realidades geográficas e ecológicas do Brasil. As dinâmicas na Amazônia e na Caatinga ilustram perfeitamente essa diversidade:

Amazônia: A Bioeconomia da Floresta em Pé

No bioma amazônico, a agricultura familiar assumiu o papel crucial de barreira contra o desmatamento ilegal. O modelo tradicional de derrubada e queima tem sido substituído pela valorização da **Sociobiodiversidade:**

Sistemas Agroflorestais (SAFs) (Peneireiro, 2020), pequenos produtores combinam o plantio de culturas alimentares (como a mandioca) com árvores nativas e frutíferas (como o açaí, o cacau nativo e a castanha-do-pará).

Bioeconomia: O setor transforma recursos da floresta em produtos de alto valor agregado sem destruí-la. Linhas modernas de crédito (como o Pronaf Bioeconomia) financiam o manejo sustentável, garantindo que o agricultor seja o verdadeiro guardião do clima.

Caatinga: A Convivência com o Semiárido

No Nordeste brasileiro, o grande desafio histórico da agricultura familiar foi a vulnerabilidade às secas severas. Nas últimas décadas, o conceito assistencialista de "combate à seca" foi substituído pela estratégia de Convivência com o Semiárido:

- **Tecnologias Sociais:** A disseminação de cisternas de placas (para água de beber e de produção), barreiros trincheira e o reuso de águas cinzas revolucionaram a resiliência local.
- **Culturas Resilientes:** O foco voltou-se para a criação de caprinos e o plantio de plantas adaptadas ao clima, como a palma forrageira, o umbu e o caju.
- **Adaptação Climática:** A agricultura familiar na Caatinga tornou-se um laboratório vivo de adaptação às mudanças climáticas globais, mostrando que é possível gerar segurança alimentar mesmo em condições de severa restrição hídrica.

3.10 Qualidade de vida

Saúde no campo:

Com 5.569 municípios legais: é o número oficial de cidades criadas formalmente no país.

Contagem estatística: O número varia para 5.570 ou 5.571 porque o IBGE inclui, em algumas bases de dados, Brasília (capital federal no Distrito Federal) e Fernando de Noronha (distrito estadual de Pernambuco).

Recordes por Estado:

Com mais municípios: Minas Gerais lidera com 853 cidades, seguido por São Paulo com 645.

A realidade atual da qualidade de vida dos pequenos agricultores no Brasil é melhor refletida de forma integrada pelo ODS 10: Redução das Desigualdades.

Embora o ODS 2 trate da produção, o ODS 10 escancara o contraste social no campo: o pequeno produtor é vital para a alimentação do país, mas historicamente recebe a menor fatia dos recursos e da renda.

Quadro 4. Cenário Atual da Agricultura Familiar (Quadro Reduzido)

Indicador Real	O Lado Forte (Impacto)	O Lado Frágil (Qualidade de Vida)
Terras e Ocupação	Representa **77% dos estabelecimentos agrícolas** do país e gera **67% dos empregos** rurais.	Ocupa apenas **23% da área produtiva total** do Brasil, evidenciando forte concentração de terras.
Renda e Economia	Sustenta a economia de **90% dos pequenos municípios** brasileiros.	Retém apenas **23% da renda total gerada pelo agro** nacional.

Indicador Real	O Lado Forte (Impacto)	O Lado Frágil (Qualidade de Vida)
Financia-mento	O Plano Safra da Agricultura Familiar alcançou um volume de **R$ 89 bilhões**.	A maior parte dos recursos federais ainda é concentrada no agronegócio empresarial (que recebe mais de R$ 300 bilhões).
Mercado Garantido	Uma nova lei determinou que, municípios devem destinar no mínimo **45% do orçamento do PNAE** (merenda escolar) para comprar da agricultura familiar.	Dificuldades logísticas, estradas precárias e falta de assistência técnica regular impedem muitos produtores de acessar esse direito.

Fonte: Autores 2026.

Os pequenos agricultores possuem uma importância socioeconômica gigantesca para a segurança alimentar do Brasil, mas a sua qualidade de vida atual ainda é marcada por uma batalha diária contra a desigualdade de renda, território e infraestrutura.

3.11 A saúde do homem no campo nesses Municípios

A saúde do homem no campo na maioria dos municípios brasileiros enfrenta um cenário complexo de vulnerabilidade, caracterizado pelo diagnóstico tardio de doenças, barreiras geográficas de acesso e fatores culturais ligados à masculinidade.

A realidade epidemiológica e social desse público é estruturada pelos seguintes fatores:

1. Barreiras Culturais e Masculinidade Hegemônica

Estudos em territórios rurais apontam que o modelo tradicional de masculinidade afeta diretamente o autocuidado. O homem do campo frequentemente se enxerga exclusivamente sob o papel de provedor financeiro da família. Isso gera uma postura de "invulnerabilidade", fazendo com que ele ignore sintomas iniciais e só procure

atendimento médico quando a dor ou a doença já estão em estágio avançado ou incapacitante para o trabalho.

2. Dificuldade de Acesso Geográfico e Estrutural

Muitos dos mais de 5.500 municípios dependem exclusivamente de Unidades Básicas de Saúde (UBS) centralizadas na zona urbana. Para o trabalhador rural, buscar atendimento exige longos deslocamentos e a perda de um dia de trabalho. Além disso, o horário de funcionamento dos postos de saúde costuma coincidir exatamente com a jornada de trabalho na lavoura, o que inviabiliza as consultas preventivas.

3. Principais Riscos e Agravos à Saúde

- **Doenças Crônicas Ocultas:** Condições como hipertensão e diabetes têm alta prevalência e menor controle na zona rural em comparação com a urbana, gerando taxas elevadas de complicações cardiovasculares e renais por falta de monitoramento contínuo.
- **Saúde Mental:** O isolamento, a pressão financeira pelas safras e a falta de suporte psicossocial fazem com que transtornos como ansiedade e depressão afetem até 40% da população rural em algumas regiões. O estigma em torno da saúde mental no campo atrasa a busca por ajuda por anos.
- **Causas Externas e Riscos Laborais:** Há alta exposição a acidentes com maquinário agrícola, manejo de animais e intoxicações agudas ou crônicas decorrentes do uso inadequado de agrotóxicos. Há também negligência histórica com a proteção solar, aumentando a incidência de câncer de pele.

4. Iniciativas de Mudança

Para mitigar esse quadro, o Sistema Único de Saúde (SUS) conta com a Política Nacional de Atenção Integral à Saúde do Homem (PNAISH) e programas focados na equidade, como a Saúde da População Campo, da Floresta e das Águas. Além disso, ações itinerantes como o programa Saúde no Campo do Senar (Serviço nacional de aprendizagem rural) buscam levar exames preventivos (PSA, toque retal, testes

rápidos), kits de higiene e consultas diretamente às comunidades isoladas para contornar o problema do deslocamento.

Os Municípios em estado de vulnerabilidade são monitorados principalmente pelo Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) do Ipea, que avalia critérios como infraestrutura urbana, capital humano (onde entram os indicadores de saúde e educação) e renda/trabalho.

Quando cruzamos a vulnerabilidade social com as barreiras de saúde enfrentadas pelo homem do campo, o mapa da vulnerabilidade se concentra fortemente nas seguintes regiões:

Regiões Norte e Nordeste (Maior Concentração)

Segundo os dados consolidados do Ipea, os estados do Pará e Maranhão concentram a maior parte dos municípios na faixa de "Muito Alta Vulnerabilidade Social".

- **Pará:** Mais de 60% dos municípios paraenses operam sob alta ou muito alta vulnerabilidade. No campo, as distâncias fluviais ou por estradas de terra isolam o trabalhador rural, agravando o acesso médico.
- **Maranhão:** Apresenta um dos maiores índices de pobreza multidimensional, com forte impacto na região do **Matopiba** (fronteira agrícola entre Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). O crescimento acelerado do agronegócio nessa área muitas vezes não é acompanhado pela infraestrutura de saúde local, deixando pequenos produtores e trabalhadores rurais desassistidos.
- **Outros estados:** Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia, Alagoas e Pernambuco também possuem extensas faixas de municípios críticos.

Os "Bolsões" de Vulnerabilidade no Sudeste

Embora o Sudeste concentre os municípios de menor vulnerabilidade (liderados pelo estado de São Paulo), existem exceções geográficas preocupantes:

Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha: Minas Gerais abriga municípios com alta vulnerabilidade rural. A seca prolongada na região semiárida do estado intensifica problemas sociais e de saúde na área rural.

Vale do Ribeira (São Paulo): Apesar de estar no estado mais rico, a região do Vale do Ribeira enfrenta barreiras históricas de infraestrutura semelhantes às do Norte/Nordeste.

3.12 A Nova Vulnerabilidade: Mudanças Climáticas

Levantamentos recentes de institutos como o Instituto Votorantim (IVCM) revelam o conceito de vulnerabilidade climática e fiscal combinado. Cerca de 1.594 municípios operam em alto risco econômico decorrente de desastres ambientais (secas extremas ou enchentes). Os estados com mais cidades expostas a essa fragilidade no campo são **Acre (77%)**, **Maranhão (75%)**, **Amapá (69%)** e **Goiás (65%)**. Para o trabalhador rural, perder a lavoura por eventos climáticos destrói sua única fonte de renda, agravando imediatamente problemas de saúde mental, subnutrição e abandono de tratamentos de saúde crônicos.

3.13 Como o Capital Humano Mede a Saúde no IVS

No Atlas do índice de Vulnerabilidade Social (IVS) desenvolvido pelo Ipea, o subíndice de Capital Humano reflete os ativos e estruturas básicas disponíveis para a população que determinam suas condições atuais e futuras de inclusão social. Ele se divide igualmente entre Saúde e Educação.

Diferente de indicadores tradicionais que apenas quantificam leitos ou médicos, o IVS mede a saúde a partir da perspectiva da privação e do risco estrutural. Os principais indicadores de saúde utilizados nesse subíndice são:

- **Mortalidade até um ano de idade:** Traduz as condições de saneamento, nutrição e a eficácia da atenção primária de saúde direcionada às gestantes e recém-nascidos.
- **Presença de mães jovens (precoces):** Avalia o percentual de nascidos vivos cujas mães têm menos de 18 anos. Esse indicador aponta para a vulnerabilidade reprodutiva, falta de planejamento familiar e dificuldades no acesso à saúde sexual.
- **Mães chefes de família com baixa escolaridade e filhos menores:** Cruza a saúde social e econômica da família, refletindo a sobrecarga física e mental das mulheres no comando dos lares rurais ou periféricos.

3.14 A Percepção da Qualidade de Vida e a Saúde Mental do Pequeno Agricultor

Historicamente, o sofrimento psíquico no meio rural foi cercado de estigmas e preconceitos. No senso comum, a depressão, a ansiedade e o esgotamento emocional eram frequentemente invalidados e rotulados, de forma cruel e errônea, como “preguiça”, “falta de disposição” ou “fraqueza de caráter”. No entanto, a análise contemporânea da qualidade de vida no campo destrói esse mito. O adoecimento mental do pequeno agricultor não é uma falha individual; é o resultado direto de fatores estruturais esmagadores, como o isolamento geográfico, a vulnerabilidade climática e a pressão financeira.

No cenário atual, a mente do agricultor familiar adoece devido a uma combinação de fatores invisíveis para quem está nos grandes centros urbanos:

O Isolamento e a Falta de Rede de Apoio

Diferente do ambiente urbano, onde há maior proximidade de serviços de saúde e lazer, o cotidiano na pequena propriedade rural é marcado pelo isolamento social. O trabalhador, muitas vezes, compartilha o

mesmo teto com o seu local de trabalho. Quando a rotina se resume ao esforço físico solitário e à falta de espaços de convivência e diálogo, a sensação de solidão se intensifica. A escassez de profissionais de psicologia e psiquiatria no interior agrava o quadro, fazendo com que o sofrimento seja vivido em silêncio.

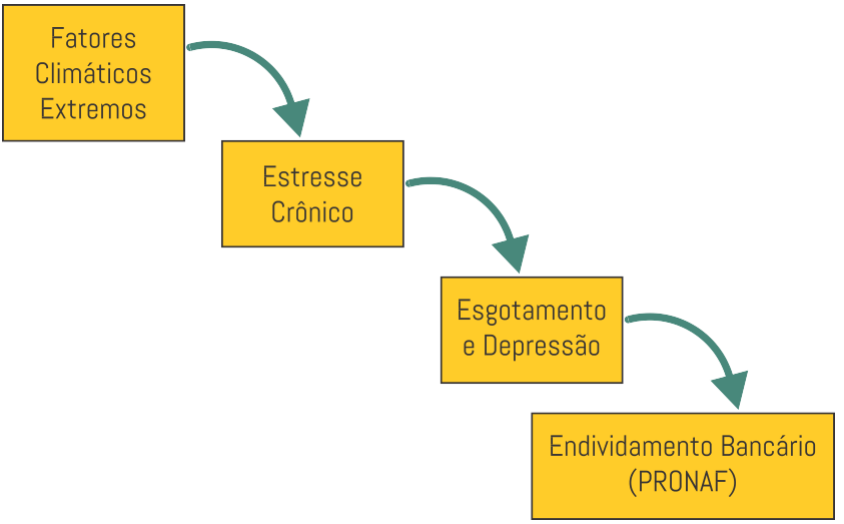
O Medo do Clima: A Lavoura como um Jogo de Azar

Com o avanço das mudanças climáticas, o planejamento agrícola transformou-se em uma fonte constante de angústia. O pequeno produtor depende inteiramente do regime de chuvas e da estabilidade do tempo. Atualmente, o medo de perder meses de trabalho e todo o investimento de uma vida para uma seca prolongada, uma geada ou uma enchente catastrófica gera um estado de estresse crônico. Dormir e acordar olhando para o céu, sem saber se a natureza destruirá o sustento da família, mantém o sistema nervoso do agricultor em constante estado de alerta e exaustão.

A Engrenagem das Dívidas e o Risco de Perda da Terra

Para produzir, o agricultor familiar frequentemente recorre a financiamentos bancários (como as linhas de crédito do PRONAF). Quando o clima falha ou os preços de mercado despencam, a conta não fecha. O medo do endividamento é, talvez, o gatilho mais devastador para a saúde mental no campo. Na agricultura familiar, a terra não é apenas um ativo econômico; ela é o lar da família, a herança dos antepassados e a identidade do produtor. A perspectiva real de perder a propriedade para o banco ou ver o nome sujo no mercado destrói a autoestima do trabalhador, gerando quadros severos de depressão, crises de pânico e, em casos extremos, ideação suicida.

Figura 1. Eixos de engrenagem das dívidas do produtor rural



Fonte: Autores (2026).

Portanto, compreender a qualidade de vida desse trabalhador exige humanizar o debate sobre a saúde mental. O sofrimento do homem do campo é a manifestação de um corpo e de uma mente sobrecarregados por riscos que ele não pode controlar sozinho. Reconhecer que o esgotamento rural é fruto da vulnerabilidade socioeconômica e não de fraqueza é o primeiro passo para a criação de políticas públicas que protejam não apenas a produção, mas a vida de quem produz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade de vida, sob a ótica de quem trabalha a terra, é um conceito multidimensional. Ela envolve a segurança de ter o alimento na mesa, a estabilidade financeira para manter a propriedade, a saúde física para enfrentar a rotina do campo e, fundamentalmente, a preservação da saúde mental frente às pressões estruturais e climáticas.

Esses fatos sob a análise da percepção da qualidade de vida de pequenos agricultores, revela que o bem-estar no meio rural não se limita aos índices econômicos ou ao volume de colheitas por safras.

Ao longo da história, o entendimento sobre o que constitui uma vida digna no campo passou por transformações profundas como sobrevivência à dignidade que no passado a prioridade máxima do agricultor familiar era a subsistência básica e a conquista de crédito (como o PRONAF), hoje a percepção de qualidade de vida exige acesso à conectividade, infraestrutura de transporte, saneamento adequado e serviços de saúde de qualidade.

Essas conexão com o ambiente e a Sociedade geram nos pequenos produtores a sensação do aumento do seu bem-estar diretamente ligados à resiliência da natureza. No entanto, ser o guardião da segurança alimentar do país e enfrentar a linha de frente das mudanças climáticas sem o suporte emocional e financeiro adequado tem cobrado um preço alto, manifestado no esgotamento psicológico e no estresse crônico.

A sustentabilidade da agricultura familiar depende de como o Estado e a sociedade civil respondem a essa percepção. Para que o campo continue sendo um espaço viável e atraente para as próximas gerações, mitigando o êxodo rural e garantindo a sucessão familiar, é urgente humanizar o trabalhador rural e os pequenos agricultores que terão pela frente um grande desafio de melhoria da qualidade vida e melhor reconhecimento social e financeiro para poder crescer com mais esperança de ter dias melhores.

Compreender que a qualidade de vida do pequeno agricultor brasileiro exige enxergá-lo não apenas como uma peça estatística de produtividade, mas como um cidadão de direitos plenos. Garantir que a sua qualidade de vida não significa só proteger o solo, o clima e o aumento da economia do país, mas, acima de tudo, significa cuidar e valorizar a vida de quem alimenta o Brasil.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. *Paradigmas do capitalismo rural em uma perspectiva agrária*. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1998.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. *Plano Safra da Agricultura Familiar 2024/2025*. Brasília, DF: MDA, 2024. Disponível em: <link_do_plano>. Acesso em: 13 set. 2026.

BRASIL. *Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023*. Dispõe sobre o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Brasília, DF: Presidência da República, 2023.

BRASIL. *Lei nº 14.628, de 19 de julho de 2023*. Institui o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Cozinha Solidária. Brasília, DF: Presidência da República, [2023]. Disponível em: <link_da_lei>. Acesso em: 13 set. 2026.

BRASIL. *Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009*. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Brasília, DF: Presidência da República, [2009]. Disponível em: <link_da_lei>. Acesso em: 13 set. 2026.

BRASIL. *Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006*. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais [Base legal do PRONAF]. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 143, n. 141, p. 1-2, 25 jul. 2006. Acesso em: 13 set. 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA). *Plano Safra da Agricultura Familiar 2024/2025:* Pronaf e ações de fomento. Brasília, DF: MDA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br>. Acesso em: 13 set. 2026.

BRASIL. *Lei nº 14.628, de 19 de julho de 2023*. Institui o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e altera as diretrizes de fomento à agricultura familiar. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 136, p. 1-4, 20 jul. 2023. Acesso em: 13 set. 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. *Plano Safra da Agricultura Familiar*. Brasília, DF: MDA, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/mda/pt-br. Acesso em: 14 set. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Política Nacional de Atenção Integral à Saúde do Homem*. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/saude. Acesso em: 14 set. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. *Política Nacional de Saúde Integral das Populações do Campo e da Floresta*. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: saude.gov.br. Acesso em: 14 set. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes para a organização da Atenção Básica, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 183, p. 68-76, 22 set. 2017. Disponível em: Portal de Legislação da Saúde da Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde. Acesso em:14/09/2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. *Cadastro Nacional da Agricultura Familiar (CAF)*. Brasília: MDA, 2026. Disponível em: Portal Gov.br. Acesso em: 14 set. 2026.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. *Diário Oficial da União: Seção 1*, Brasília, DF, ano CXLIII, n. 141, p. 1-2, 25 jul. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 14 set. 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP):* manual do agente emissor. Brasília: MDA, 2014. Disponível em: https://dap.mda.gov.br/dapweb/ManualDAP/MANUAL%20DO%20AGENTE%20EMISSOR.pdf. Acesso em: 14 set. 2026.

CASTRO, Josué de. *Geografia da fome:* o dilema brasileiro: pão ou aço. Rio de Janeiro: Antares, 1984.

CHAYANOV, Alexander V. *The theory of peasant economy*. Homewood: R.D. Irwin, 1966.

FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. *O estado da segurança alimentar e nutrição no mundo 2024*. Roma: FAO, 2024. Disponível em: fao.org. Acesso em: 13 set. 2026.

FAVARETO, Arilson. *Paradigmas do desenvolvimento rural em questão*. São Paulo: Iglu: Fapesp, 2007.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (org.). *Políticas públicas de fomento à agricultura familiar no Brasil*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018*. Disponível em: ibge.gov.br. Acesso em: 13 set. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário 2017*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73096. Acesso em: 14 set. 2026.

INSTITUTO VOTORANTIM. *Índice de Vulnerabilidade Climática dos Municípios (IVCM)*. 2024. Disponível em: https://institutovotorantim.org.br/ivcm-2023/. Acesso em: 14 set. 2026.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Plataforma do Atlas da Vulnerabilidade Social*. Disponível em: https://ivs.ipea.gov.br/. Acesso em: 14 set. 2026.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Metodologia do trabalho científico*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MINAYO-GOMEZ, Carlos; THEDIM-COSTA, Sonia Maria da Fonseca. A incorporação do campo da saúde do trabalhador em saúde coletiva: o ponto de partida e a trajetória de uma proposta. *Cadutos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 21-36, jan./mar. 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). The World Health Organization Quality of Life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. *Social Science & Medicine*, v. 41, n. 10, p. 1403-1409, 1995.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Objetivo 10: Redução das desigualdades*. Brasília, DF: Nações Unidas, [202-]. Disponível em: un.org. Acesso em: 14 set. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Objetivo 2: Fome zero e agricultura sustentável*. Brasília, DF: ONU Brasil, [202-]. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2. Acesso em: 14 set. 2026.

PENEIREIRO, Fabiana Mongeli. Sistemas agroflorestais e a transição agroecológica. In: LIMA, João (org.). *Caminhos da Agroecologia*. São Paulo: Expressão Popular, 2020. p. 45-68.:

SCHNEIDER, Sergio (org.). *A diversidade da agricultura familiar*. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). *Saúde no Campo*. Disponível em: cnabrasil.org.br. Acesso em: 14 set. 2026.

WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. *O mundo rural como um espaço de vida:* reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.



Capítulo 2

RECUPERAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO POR HERBICIDA RESIDUAL EM HORTA DIDÁTICA: RELATO DE EXPERIÊNCIA EM OLERICULTURA

Thiago Francisco Rosa
Cinthia Ohana Marques Neves

Resumo: Este trabalho teve como objetivo relatar uma experiência técnica e pedagógica de diagnóstico e recuperação de solo com efeito residual de herbicida em uma horta didática, conduzida no contexto de estágio supervisionado em olericultura no município de Porangatu, Goiás. Após a implantação inicial das culturas, foram observados elevados índices de mortalidade de mudas, falhas no pegamento e sintomas recorrentes de fitotoxicidade, comprometendo o andamento das atividades práticas. O diagnóstico foi realizado de forma participativa,visual, envolvendo levantamento de hipóteses técnicas e análise do histórico de uso da área, culminando na identificação do uso indevido de herbicida do grupo das imidazolinonas, com destaque para o Imazapir. As estratégias adotadas para recuperação do solo incluíram a interrupção temporária do cultivo, o uso de bioindicadores vegetais, o manejo físico e orgânico do solo, associado à incorporação de matéria orgânica, e o manejo hídrico controlado. Os resultados observados foram de natureza qualitativa e indicaram redução progressiva dos sintomas de fitotoxicidade, desenvolvimento normal dos bioindicadores e sucesso no replantio de hortaliças sensíveis, possibilitando o restabelecimento gradual da horta didática. Além dos resultados técnicos, a experiência contribuiu de forma significativa para a formação crítica dos discentes, reforçando a integração entre teoria e prática, a importância do diagnóstico agronômico e a responsabilidade técnica no uso de insumos agrícolas.

Palavras-chave: Fitotoxicidade. Herbicidas residuais. Olericultura. Horta didática. Estágio supervisionado.

Abstract: This study aimed to report a technical and pedagogical experience involving the diagnosis and recovery of soil affected by residual herbicide acti-vity in a didactic vegetable garden, conducted within the context of a super-vised internship in olericulture in the municipality of Porangatu, Goiás, Brazil. After the initial establishment of the crops, high seedling mortality rates, poor plant establishment, and recurrent phytotoxicity symptoms were observed, compromising the progress of practical activities. The diagnosis was carried out in a participatory manner, involving the assessment of technical hypotheses and analysis of the area's land-use history, leading to the identification of improper use of a herbicide from the imidazolinone group, particularly imazapyr. The strategies adopted for soil recovery included temporary interruption of cultivation, use of plant bioindicators, physical and organic soil management

with incorporation of organic matter, and controlled water management. The observed results were qualitative in nature and indicated a progressive reduction in phytotoxicity symptoms, normal development of bioindicators, and successful replanting of sensitive vegetable crops, allowing the gradual restoration of the didactic garden. In addition to the technical outcomes, the experience contributed significantly to the critical training of students, reinforcing the integration between theory and practice, the importance of agronomic diagnosis, and professional responsibility in the use of agricultural inputs.

Keywords: Phytotoxicity. Residual herbicides. Olericulture. Didactic garden. Supervised internship.

1. INTRODUÇÃO

A olericultura ocupa papel estratégico na segurança alimentar e na economia agroalimentar, caracterizando-se por sistemas intensivos, de ciclos curtos e elevada exigência de manejo, nos quais pequenas variações no ambiente, na fertilidade e no histórico de uso do solo podem repercutir rapidamente na produtividade e na qualidade comercial. No Brasil, o abastecimento hortigranjeiro é sustentado por redes de centrais de abastecimento que movimentam grandes volumes e valores ao longo do ano, evidenciando a relevância socioeconômica do setor e sua conexão direta com o consumo urbano (CONAB, 2024). No recorte regional, a central de Goiânia/GO se destaca no sistema de comercialização, compondo um cenário em que hortaliças de alta rotatividade demandam regularidade de oferta e padrões de qualidade cada vez mais rigorosos (CONAB, 2024).

Entre as hortaliças folhosas, a alface (*Lactuca sativa L.*) assume posição de destaque no consumo e na dinâmica de mercado por apresentar alta frequência de compra, perecibilidade elevada e sensibilidade acentuada a estresses bióticos e abióticos. Em 2025, registros do mercado atacadista de Goiânia indicaram ampla variação sazonal de preços

e volumes comercializados, reforçando a importância de estabilidade produtiva e previsibilidade de colheitas ao longo do ano, especialmente em ambientes de produção intensiva (CONAB, 2025). Nesse contexto, problemas que reduzam o estande, afetem vigor, comprometam qualidade visual ou atrasem o desenvolvimento tendem a gerar perdas imediatas e dificultar o planejamento de produção e comercialização, com impactos técnicos e pedagógicos quando a área é utilizada como laboratório de aprendizagem.

Um dos fatores frequentemente subestimados em áreas destinadas à produção de hortaliças – sobretudo quando estas convivem com usos agrícolas anteriores ou com práticas de manejo não compatíveis – é o risco associado ao resíduo de herbicidas no solo. Hortaliças, de modo geral, apresentam elevada sensibilidade a resíduos, pois possuem sementes pequenas, sistema radicular inicial delicado e rápido crescimento vegetativo, características que favorecem a manifestação de fitotoxicidade mesmo em concentrações subletais no perfil superficial (GEHRKE *et al.*, 2021; JUNKES *et al.*, 2022; MIELKE *et al.*, 2024).

Entre os grupos com potencial de persistência e "*carryover*", destacam-se as *imidazolinonas*, amplamente utilizadas em diferentes contextos produtivos e reconhecidas por apresentarem comportamento ambiental dependente de condições de solo e clima, com risco de efeitos residuais sobre culturas não tolerantes (GEHRKE *et al.*, 2021; JUNKES *et al.*, 2022). Estudos recentes reforçam que a dissipação e a disponibili-dade desses herbicidas podem variar com o manejo hídrico e com con-dições que modulam a atividade biológica do solo, o que amplia a complexidade do diagnóstico e das estratégias de mitigação (JUNKES *et al.*, 2022; GEHRKE *et al.*, 2021).

Diante de episódios de contaminação por herbicida residual, a resposta técnica costuma exigir uma combinação de medidas visando reduzir a biodisponibilidade, estimular processos de degradação e restabelecer condições de funcionamento do solo, com destaque para

práticas que aumentam a atividade microbiana, melhoram a estrutura e favorecem o equilíbrio físico-químico. Abordagens como adição de matéria orgânica, manejo racional de irrigação, uso de coberturas e, em alguns contextos, estratégias de fitorremediação e biorremediação têm sido discutidas como alternativas de menor custo e maior aderência a sistemas de base ecológica, sobretudo quando há necessidade de reabilitar áreas pequenas e intensivas (MIELKE *et al.*, 2024; DAS *et al.*, 2025). Além disso, literatura recente aponta que estratégias de mitigação para resíduos de imidazolinonas devem priorizar condições que aumentem a atividade biológica e reduzam o risco de persistência, considerando o papel do ambiente do solo como mediador da dissipação (GEHRKE *et al.*, 2021).

Quando a ocorrência se dá em hortas didáticas, o problema assume também dimensão formativa. Esses ambientes, por integrarem ensino e prática profissional, são utilizados para desenvolver competências de diagnóstico, tomada de decisão, registro técnico e avaliação de resultados, além de favorecerem aprendizagem ativa por meio da execução de práticas de manejo e acompanhamento do ciclo produtivo. Relatos de experiências com implantação e condução de hortas em contextos educacionais apontam benefícios na formação técnica e na consolidação de habilidades aplicadas, reforçando o valor pedagógico dessas áreas como espaços de experimentação orientada (SILVA *et al.*, 2021). Assim, situações-problema reais – como a fitotoxicidade por herbicida residual – podem se converter em oportunidades estruturadas de aprendizagem, desde que acompanhadas por planejamento, registro e análise crítica.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo relatar a experiência técnica e pedagógica de recuperação de solo com suspeita de contaminação por herbicida residual (*imazapic*) em uma horta didática, conduzida no âmbito de estágio supervisionado em olericultura, descrevendo o diagnóstico de fitotoxicidade, os

procedimentos adotados (com ênfase em manejo do solo e irrigação), e os resultados observados ao longo da reabilitação da área, discutindo implicações para o manejo agronômico e para a formação prática em ambientes de ensino.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA E DO PROBLEMA

A experiência relatada neste trabalho foi desenvolvida no município de Porangatu, localizado na região Norte do estado de Goiás, em área destinada à implantação e condução de uma horta didática vinculada às atividades do estágio supervisionado do curso de Agronomia. A área situa-se nas dependências do Sindicato Rural de Porangatu, em decorrência de uma parceria institucional firmada com a Faculdade Impacto de Porangatu, com o objetivo de viabilizar um espaço adequado para a realização das atividades práticas obrigatórias do estágio curricular.

A horta didática foi concebida como um ambiente de aprendizagem aplicada, destinado a proporcionar aos estudantes a vivência prática de técnicas de olericultura, integrando conteúdos teóricos previamente abordados em sala de aula com atividades de campo. As ações foram conduzidas sob supervisão direta de docentes do curso de Agronomia, respeitando os objetivos pedagógicos do estágio supervisionado, com ênfase no desenvolvimento de competências técnicas, capacidade de diagnóstico agronômico e tomada de decisão frente a situações reais de manejo.

O histórico recente da área incluiu práticas anteriores de manejo do solo que não estavam originalmente associadas à produção de hortaliças, o que exigiu adequações para sua utilização como horta pedagógica. Após a implantação inicial dos canteiros e o início das atividades práticas com os alunos, passaram a ser observados problemas recorrentes no estabelecimento das culturas, especialmente durante as fases iniciais de desenvolvimento.

Figura 1. Aspecto inicial da horta didática após o transplante, evidenciando falhas no pegamento e sintomas visuais de fitotoxicidade em mudas de hortaliças



Fonte: Arquivo dos Autores (2025).

Entre os principais sintomas identificados destacaram-se a elevada mortalidade de mudas logo após o transplante, falhas significativas no pegamento das plantas e a manifestação de sintomas visuais atípicos, como crescimento reduzido, clorose, deformações foliares e desenvolvimento irregular entre plantas da mesma espécie e idade. Esses sintomas apresentaram distribuição relativamente homogênea nos canteiros, sugerindo a atuação de um fator limitante associado ao solo, e não a problemas pontuais de manejo, irrigação ou qualidade das mudas.

A recorrência dos sintomas comprometeu diretamente o andamento das atividades do estágio supervisionado, dificultando a condução das práticas previstas, como avaliação do desenvolvimento das culturas, manejo nutricional, tratos culturais e planejamento de colheita. Além do impacto técnico, a situação exigiu readequação do cronograma didático, redirecionamento das atividades práticas e aprofundamento do processo de diagnóstico, transformando o problema agronômico identificado em uma situação- problema de caráter formativo.

Diante desse cenário, tornou-se necessário conduzir uma análise técnica mais detalhada das possíveis causas da fitotoxicidade observada, considerando fatores relacionados ao histórico de uso do solo, às características das culturas implantadas e às práticas de manejo adotadas, de modo a subsidiar a definição de estratégias corretivas e permitir a continuidade das atividades pedagógicas na horta didática.

3. DIAGNÓSTICO DA FITOTOXICIDADE

3.1 Levantamento de hipóteses técnicas

O diagnóstico da fitotoxicidade foi conduzido de forma participativa, no contexto das atividades do estágio supervisionado em olericultura, por meio de discussão técnica orientada com os discentes envolvidos. O procedimento teve como objetivo estimular o raciocínio agronômico e a análise crítica de possíveis fatores responsáveis pela elevada mortalidade de mudas e pelas falhas recorrentes no pegamento das culturas implantadas na horta didática (ROSA, 2025a).

A partir das observações de campo e da análise inicial das condições de manejo, foram levantadas como hipóteses técnicas: (i) falhas no manejo de irrigação; (ii) limitações nutricionais e desequilíbrios de pH; (iii) excesso de radiação solar; (iv) competição com plantas daninhas; e (v) presença de herbicida residual no solo (ROSA, 2025a).

A hipótese relacionada à competição com plantas daninhas foi considerada pouco provável, uma vez que os canteiros apresentavam baixa infestação, não sendo observada pressão competitiva suficiente para justificar os sintomas verificados. De modo semelhante, a hipótese de excesso de radiação solar foi enfraquecida pela presença de sombreamento parcial na área, o que reduzia o estresse luminoso direto sobre as mudas recém-transplantadas (ROSA, 2025a).

Quanto ao manejo de irrigação, discutiu-se a possibilidade de lâminas inadequadas ou aplicação irregular de água, sobretudo no perí-odo imediatamente posterior ao transplante, fase crítica para o reestabelecimento do sistema radicular. No eixo nutrição e pH, considerou-se que eventuais desequilíbrios químicos do solo poderiam limitar o desenvolvimento inicial das plantas, razão pela qual se reconheceu a necessidade de análises complementares para melhor compreensão dessas variáveis (ROSA, 2025a).

Apesar da multiplicidade de hipóteses, a possibilidade de herbicida residual no solo foi tratada, desde o início, como hipótese central, por apresentar maior capacidade explicativa dos sintomas observados, sobretudo a morte de mudas mesmo sob condições de manejo aparentemente adequadas. A literatura aponta que culturas sensíveis, como hortaliças, podem manifestar sintomas severos de fitotoxicidade mesmo sob concentrações subletais de herbicidas residuais, especialmente aqueles pertencentes ao grupo das imidazolinonas (GEHRKE *et al.*, 2021; JUNKES *et al.*, 2022).

3.2 Identificação do agente causal

A etapa seguinte do diagnóstico envolveu a realização de visita técnica detalhada à área da horta didática, durante a qual se constatou que os sintomas observados estavam associados ao uso indevido de herbicida em canteiros destinados à produção de hortaliças. Conforme

registro em relatório técnico do estágio, foi identificado o uso do produto comercial Kapina – dose única, cujo princípio ativo é o imazapir (*imazapyr*), aplicado previamente à implantação das culturas sensíveis (ROSA, 2025a).

O imazapir pertence ao grupo químico das **imidazolinonas**, caracterizado pelo mecanismo de ação como inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS) e reconhecido por sua ação residual prolongada no solo. Herbicidas desse grupo apresentam comportamento ambiental influenciado por fatores como pH, teor de matéria orgânica, textura do solo e regime hídrico, podendo manter bioatividade por períodos suficientes para causar injúrias em culturas subsequentes não tolerantes (MONQUERO *et al.*, 2010; GEHRKE *et al.*, 2021).

Embora o herbicida identificado em campo tenha sido o imaza-pir (imazapyr), a interpretação dos efeitos residuais observados e das estratégias diagnósticas adotadas neste trabalho foi apoiada, sempre que necessário, por literatura científica envolvendo o **imazapic**, molécula pertencente ao mesmo grupo químico das imidazolinonas. Essa abordagem é tecnicamente justificável, uma vez que herbicidas desse grupo compartilham mecanismo de ação, padrões semelhantes de persistência, mobilidade no solo e sintomas fitotóxicos em culturas sensíveis, especialmente hortaliças de ciclo curto (MONQUERO *et al.*, 2010; JUNKES *et al.*, 2022).

Como ferramenta prática de confirmação da hipótese de herbicida residual, foi adotado o uso de **bioindicador vegetal**, empregando o feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) como espécie sensível. Amostras de solo coletadas dos canteiros afetados foram utilizadas em bioensaios conduzidos de forma comparativa, permitindo a observação de sintomas característicos de fitotoxicidade, como clorose, encarquilhamento foliar, redução do crescimento e atraso no desenvolvimento inicial das plântulas (ROSA, 2025b).

A consolidação do diagnóstico indicou que a fitotoxicidade observada na horta didática estava associada à **presença de herbicida residual do grupo das imidazolinonas**, com bioatividade suficiente para comprometer o estabelecimento e o desenvolvimento inicial de hortaliças sensíveis. Essa conclusão orientou o planejamento das estratégias corretivas subsequentes, descritas na seção seguinte, com foco na mitigação do efeito residual, na recuperação funcional do solo e na retomada segura das atividades pedagógicas do estágio supervisionado.

Figura 2. Bioensaio conduzido com feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) como planta indicadora, utilizando amostras de solo provenientes da área afetada, empregado como ferramenta diagnóstica para avaliação de efeito residual de herbicida



Fonte: Arquivo do Autores (2025).

4. ESTRATÉGIAS ADOTADAS PARA RECUPERAÇÃO DO SOLO

4.1 Interrupção temporária do cultivo (26/07/2025)

Após a consolidação do diagnóstico de fitotoxicidade associada à presença de herbicida residual do grupo das imidazolinonas, foi adotada, em **26 de julho de 2025**, a **interrupção temporária do cultivo** nos canteiros afetados. A medida consistiu na suspensão imediata de novos transplantios e semeaduras de hortaliças sensíveis, com manutenção apenas das atividades de monitoramento e manejo corretivo.

O repouso dos canteiros teve como objetivo evitar perdas sucessivas de mudas e permitir a implementação controlada das estratégias de mitigação, respeitando o tempo necessário para redução da bioatividade do herbicida no solo. Essa decisão foi registrada em relatório técnico do estágio e discutida com os discentes como etapa inicial do processo de recuperação da área (ROSA, 2025a).

A literatura recomenda a interrupção do cultivo de espécies sensíveis em situações de *carryover* de herbicidas residuais, especialmente em sistemas intensivos e de ciclo curto, como forma de reduzir riscos agronômicos e orientar a retomada segura da área produtiva (GEHRKE *et al.*, 2021; MIELKE *et al.*, 2024).

4.2 Uso de bioindicadores (02/08/2025)

Em **02 de agosto de 2025**, foi implantado o uso de **bioindicadores vegetais**, adotando- se o **feijão** (*Phaseolus vulgaris L.*) como espécie sensível para avaliação da presença e da intensidade do efeito residual do herbicida no solo. O procedimento envolveu a utilização de amostras de solo coletadas diretamente dos canteiros afetados, comparadas visualmente com solo sem histórico de contaminação.

O acompanhamento do bioindicador permitiu observar sintomas característicos de fitotoxicidade, tais como redução do crescimento, clorose foliar, deformações e atraso no desenvolvimento das plântulas, sendo essas observações utilizadas como critério prático para avaliar a evolução da recuperação do solo ao longo do tempo (ROSA, 2025b).

O uso de bioensaios com plantas indicadoras é amplamente descrito na literatura como ferramenta eficaz para detectar a bioatividade residual de herbicidas no solo, sobretudo em situações em que análises laboratoriais não são imediatamente disponíveis ou quando se busca avaliação funcional do risco agronômico (MONQUERO *et al.*, 2010; MIELKE *et al.*, 2024).

4.3 Manejo físico e orgânico do solo (10/08/2025)

Como etapa complementar, em **10 de agosto de 2025**, foram implementadas estratégias de **manejo físico e orgânico do solo**, com foco na mitigação do efeito residual e na melhoria das condições edáficas dos canteiros. As ações incluíram a **incorporação de matéria orgânica**, utilizando esterco curtido, associada ao **revolvimento do solo** no perfil superficial, promovendo homogeneização do material orgânico e melhora da estrutura física, conforme ilustrado na Figura 3.

Essas práticas tiveram como finalidade aumentar a porosidade, favorecer a atividade microbiológica e ampliar os sítios de adsorção do herbicida, reduzindo sua biodisponibilidade para as culturas subsequentes. Após a execução das intervenções, os canteiros permaneceram em repouso, sendo novamente avaliados por meio de bioindicadores para verificar a resposta do solo às medidas adotadas (ROSA, 2025c).

Do ponto de vista agronômico, a incorporação de matéria orgânica e o manejo físico do solo são reconhecidos como estratégias capazes de influenciar a persistência e a mobilidade de herbicidas residuais, especialmente aqueles do grupo das imidazolinonas, cujo comportamento

ambiental é fortemente condicionado pelas propriedades físico- químicas do solo (MONQUERO *et al.*, 2010; GEHRKE *et al.*, 2021; MIELKE *et al.*, 2024).

Figura 3. Manejo físico e orgânico do solo durante o processo de recuperação, com incorporação de matéria orgânica e preparo dos canteiros no contexto do estágio supervisionado



Fonte: Arquivo dos Autores (2025).

4.4 Manejo hídrico (26/07 a 20/08/2025)

Paralelamente às intervenções físicas e orgânicas, foi adotado, entre **26 de julho e 20 de agosto de 2025**, um **manejo hídrico contínuo e regular**, com irrigação controlada dos canteiros, visando estimular processos de dissipação do herbicida residual e restabelecer condições favoráveis à atividade biológica do solo.

O manejo da irrigação foi conduzido de forma a evitar tanto o déficit hídrico – que poderia limitar a atividade microbiana – quanto o excesso, que poderia favorecer a mobilidade vertical do herbicida no perfil do solo. A efetividade dessa estratégia foi avaliada por meio do acompanhamento visual do solo e pela resposta dos bioindicadores implantados, permitindo ajustes graduais no manejo ao longo do período (ROSA, 2025b; ROSA, 2025c).

Estudos indicam que o regime hídrico exerce influência significativa sobre a dissipação e a mobilidade de herbicidas do grupo das imidazolinonas, podendo acelerar ou retardar a redução da bioatividade residual conforme as condições de umidade, pH e textura do solo (MONQUERO *et al.*, 2010; JUNKES *et al.*, 2022; GEHRKE *et al.*, 2021).

5. RESULTADOS OBSERVADOS

Os resultados observados ao longo do período de recuperação do solo foram avaliados de forma **qualitativa e descritiva**, com base em registros de campo, acompanhamento visual sistemático, resposta de bioindicadores e sucesso no replantio de hortaliças sensíveis. A análise foi conduzida de maneira cronológica, permitindo relacionar a evolução dos sintomas com as estratégias adotadas e com o tempo decorrido após a interrupção do cultivo e as intervenções corretivas.

5.1 Resposta dos bioindicadores

Após a implantação do bioensaio com **feijão** (*Phaseolus vulgaris L.*) em **02 de agosto de 2025**, foram observados, nos primeiros dias, sintomas compatíveis com fitotoxicidade residual, incluindo crescimento reduzido, clorose leve a moderada e atraso no desenvolvimento inicial das plântulas. Esses sintomas reforçaram a persistência de bioatividade do herbicida no solo naquele momento, corroborando o diagnóstico previamente estabelecido (ROSA, 2025b).

Com a continuidade do manejo corretivo e o decurso do tempo, avaliações subsequentes realizadas ao longo das **semanas seguintes** indicaram **redução progressiva da intensidade dos sintomas**, com emissão de novas folhas, coloração mais uniforme e aumento do vigor das plantas bioindicadoras. Essa resposta gradual foi interpretada como indicativo de diminuição da biodisponibilidade do herbicida residual no solo, compatível com processos de dissipação e mitigação relatados para herbicidas do grupo das imidazolinonas (MONQUERO *et al.*, 2010; GEHRKE *et al.*, 2021).

5.2 Evolução visual das culturas e indícios de recuperação do solo

Paralelamente à resposta dos bioindicadores, a avaliação visual dos canteiros evidenciou **melhora gradual das condições do solo**, observada por maior estabilidade estrutural, melhor infiltração de água e ausência de novos episódios de morte súbita de mudas em testes pontuais conduzidos de forma controlada. Esses sinais foram registrados em diário de campo e discutidos com os discentes como evidências indiretas de recuperação funcional do solo (ROSA, 2025c).

A evolução visual das culturas reintroduzidas de forma experimental indicou **pegamento mais uniforme**, crescimento inicial regular

e ausência dos sintomas severos anteriormente observados, como deformações acentuadas e clorose intensa. Embora não tenham sido realizados ensaios comparativos com delineamento experimental, o conjunto de observações apontou para uma **tendência consistente de recuperação**, suficiente para permitir a retomada gradual das atividades produtivas na horta didática.

5.3 Sucesso no replantio e restabelecimento gradual da horta

Com base na resposta positiva dos bioindicadores e na evolução visual dos canteiros, procedeu-se ao **replantio gradual de hortaliças**, priorizando espécies sensíveis que haviam apresentado maiores perdas no início do estágio. O estabelecimento das mudas ocorreu sem registro de mortalidade significativa, e o desenvolvimento inicial foi considerado satisfatório sob as condições de manejo adotadas, caracterizando um **marco prático de superação do problema inicial** (ROSA, 2025c).

O restabelecimento progressivo da horta possibilitou a normalização do cronograma de atividades do estágio supervisionado, permitindo a execução de práticas previstas, como acompanhamento do crescimento das culturas, manejo nutricional, tratos culturais e planejamento de colheita. Esse processo reforçou o caráter formativo da experiência, transformando uma situação de falha agronômica em oportunidade de aprendizagem aplicada, com ênfase em diagnóstico, tomada de decisão e avaliação de resultados em condições reais de campo.

Figura 4. Aspecto da horta didática após a adoção das estratégias de recuperação do solo, evidenciando o estabelecimento e o desenvolvimento normal das hortaliças



Fonte: Arquivo dos Autores (2025).

5.4 Implicações técnicas e pedagógicas dos resultados

Do ponto de vista técnico, os resultados observados indicam que a combinação de repouso do solo, manejo físico e orgânico, irrigação

controlada e monitoramento por bioindicadores pode contribuir para a mitigação dos efeitos residuais de herbicidas do grupo das imidazolinonas em ambientes de olericultura. Embora os resultados sejam qualitativos e específicos ao contexto avaliado, eles são coerentes com evidências da literatura sobre a influência do manejo do solo e do regime hídrico na redução da bioatividade residual desses herbicidas (MONQUERO *et al.*, 2010; JUNKES *et al.*, 2022; MIELKE *et al.*, 2024).

Sob a perspectiva pedagógica, a retomada da horta e o sucesso no replantio permitiram consolidar o estágio supervisionado como espaço de aprendizagem significativa, no qual os discentes puderam acompanhar todo o ciclo do problema – desde a identificação dos sintomas até a recuperação da área. Essa vivência reforçou competências relacionadas ao raciocínio agronômico, à interpretação de sinais de campo e à integração entre teoria e prática, objetivos centrais da formação em Agronomia.

6. IMPLICAÇÕES TÉCNICAS E PEDAGÓGICAS

A experiência relatada neste trabalho evidenciou que situações de falha agronômica, quando adequadamente conduzidas, podem assumir papel central no processo formativo, transformando-se em instrumentos pedagógicos de elevado valor técnico e educacional. A ocorrência de fitotoxicidade por herbicida residual, inicialmente percebida como um entrave ao desenvolvimento do estágio supervisionado, configurou-se como uma oportunidade concreta de aprendizagem, permitindo aos discentes vivenciar, de forma aplicada, todas as etapas do raciocínio agronômico – da observação inicial à tomada de decisão fundamentada.

Do ponto de vista técnico, o caso reforça a importância da atenção ao **histórico de uso do solo** e à **especificidade das culturas implantadas**, sobretudo em sistemas de olericultura, nos quais a sensibilidade a

resíduos de herbicidas é elevada. A condução do diagnóstico demonstrou aos alunos que sintomas visuais, isoladamente, não são suficientes para a tomada de decisão, sendo necessário considerar múltiplas hipóteses, avaliar evidências de campo e compreender o comportamento ambiental de grupos químicos, como as imidazolinonas. Esse processo contribuiu para o desenvolvimento do **senso crítico**, ao estimular a análise integrada de fatores edáficos, culturais e de manejo.

Sob a perspectiva pedagógica, a integração entre teoria e prática mostrou-se fundamental para a consolidação do aprendizado. Conceitos abordados em disciplinas como manejo de plantas daninhas, fertilidade do solo e olericultura foram ressignificados a partir da vivência em campo, permitindo que os discentes compreendessem a aplicação real desses conteúdos e reconhecessem suas inter-relações. A necessidade de replanejamento das atividades do estágio, em função do problema identificado, também favoreceu o entendimento de que a prática agronômica demanda flexibilidade, capacidade de adaptação e tomada de decisão responsável frente a cenários adversos.

Outro aspecto relevante foi a discussão sobre a **leitura e interpretação de rótulos e bulas de produtos fitossanitários**, bem como sobre a responsabilidade técnica associada ao seu uso. A identificação do emprego indevido de herbicida em área destinada à produção de hortaliças permitiu enfatizar, de forma concreta, os riscos agronômicos, ambientais e econômicos decorrentes de práticas inadequadas, reforçando junto aos alunos a importância da atuação ética e tecnicamente embasada do profissional de Agronomia.

A condução das estratégias de recuperação do solo – incluindo repouso, manejo físico e orgânico, irrigação controlada e uso de bioindicadores – ampliou a compreensão dos discentes sobre processos de mitigação e recuperação de áreas impactadas, ao mesmo tempo em que evidenciou que nem todos os problemas possuem soluções imediatas ou padronizadas. Esse aprendizado contribuiu para a formação

de uma postura profissional mais cautelosa, analítica e comprometida com a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Por fim, a retomada gradual da horta didática e a normalização das atividades do estágio supervisionado demonstraram que experiências práticas, mesmo quando originadas a partir de erros, podem fortalecer o processo de ensino-aprendizagem. Ao acompanhar todo o ciclo do problema – da identificação à superação – os discentes tiveram a oportunidade de desenvolver competências essenciais à formação profissional, como observação técnica, interpretação crítica, responsabilidade no uso de insumos e capacidade de transformar desafios em aprendizado aplicado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo relatar uma experiência técnica e pedagógica de recuperação de solo com efeito residual de herbicida do grupo das imidazolinonas em uma horta didática, conduzida no contexto de estágio supervisionado em olericultura. A partir da identificação do problema, do diagnóstico agronômico e da implementação de estratégias corretivas, foi possível restabelecer gradualmente as condições de cultivo e retomar as atividades práticas previstas no estágio.

As estratégias adotadas – interrupção temporária do cultivo, uso de bioindicadores, manejo físico e orgânico do solo e manejo hídrico controlado – mostraram-se eficazes para a mitigação dos efeitos de fitotoxicidade, conforme evidenciado pela redução progressiva dos sintomas, pelo desenvolvimento normal dos bioindicadores e pelo sucesso no replantio de hortaliças sensíveis. Embora os resultados sejam de natureza qualitativa, o conjunto de observações indica recuperação funcional do solo suficiente para a continuidade segura do uso da área.

A relevância deste relato reside na integração entre abordagem técnica e pedagógica, demonstrando que situações de erro ou falha agronômica, quando adequadamente conduzidas, podem ser transformadas em ferramentas de aprendizagem significativa. A experiência permitiu aos discentes acompanhar todas as etapas do processo decisório, fortalecendo competências essenciais à formação profissional, como diagnóstico de problemas, interpretação crítica de sintomas, responsabilidade no uso de insumos e tomada de decisão em condições reais de campo.

Como perspectiva futura, o relato pode subsidiar ações semelhantes em outras instituições de ensino e ambientes de extensão rural, contribuindo para a prevenção de problemas relacionados ao uso inadequado de herbicidas em áreas destinadas à olericultura. Recomenda-se atenção especial ao histórico de uso do solo, à leitura criteriosa de rótulos e bulas de produtos fitossanitários e à adoção de práticas preventivas que minimizem riscos de efeito residual, especialmente em sistemas intensivos e com culturas sensíveis.

Dessa forma, o trabalho reforça a importância do estágio supervisionado como espaço privilegiado de integração entre teoria e prática, destacando seu papel na formação de profissionais tecnicamente capacitados, críticos e comprometidos com a sustentabilidade e a responsabilidade no manejo agrícola.

REFERÊNCIAS

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Centrais de abastecimento: comercialização total de 2023*. Brasília, DF: CONAB, 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/55068_2217e8ea7f77b3b3aeec 087965dd15c1. Acesso em: 29 dez. 2025.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Boletim PRO-HORT: alface – CEASA/GO (Goiânia) – preços e comercialização (jan.--nov. 2025)*. Brasília, DF: CONAB, 2025. Disponível em: https://www.conab.gov.br/prohort/boletim- prohort/boletim-prohort. Acesso em: 29 dez. 2025.

DAS, N.; *et al.* Biochar-driven rhizoremediation of soil contaminated with organic pollutants: a review. *Biochar*, [s.l.], 2025. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s42773-025-00491-x. Acesso em: 29 dez. 2025.

GEHRKE, V. R.; *et al.* Understanding the opportunities to mitigate carryover of imidazolinone herbicides. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 4, p. 299, 2021. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/gam/jagris/v11y2021i4p299-d527187.html. Acesso em: 29 dez. 2025.

JUNKES, G. V.; *et al.* Imidazolinone herbicide dissipation in rice fields as affected by irrigation management. *African Journal of Weed Science*, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aws/a/cvmNyxZF9kkcL9TZ8R3Skfb/. Acesso em: 29 dez. 2025.

MIELKE, K. C.; MENDES, K. F.; D'ANTONINO, L.; SILVA, A. A. Remediação de solos contaminados por herbicidas. In: *Plantas daninhas: avanços tecnológicos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2024. p. 108-128. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377437977_Remediacao_de_solos_contamina dos_por_herbicidas. Acesso em: 29 dez. 2025.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V.; HIRATA, A. C. S.; TABLAS, D. C.; ORZARI, I. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone e imazapic. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 185-195, 2010.

ROSA, Thiago Francisco. *Relatório de aula-estágio supervisionado em olericultura:* diagnóstico de fitotoxicidade em horta didática. Porangatu: Faculdade Impacto de Porangatu, 2025a. Documento interno não publicado.

ROSA, Thiago Francisco. *Relatório de aula-estágio supervisionado em olericultura:* bioensaio com planta indicadora e monitoramento de fitotoxicidade. Porangatu: Faculdade Impacto de Porangatu, 2025b. Documento interno não publicado.

ROSA, Thiago Francisco. *Relatório de aula-estágio supervisionado em olericultura:* incorporação de matéria orgânica, revolvimento do solo e manejo hídrico para mitigação de efeito residual. Porangatu: Faculdade Impacto de Porangatu, 2025c. Documento interno não publicado.

SILVA, F. R.; SANTOS, A. R.; SEGUNDO, V. C. V.; LIMA, E. N. Relato de experiência na implantação de hortas escolares na educação básica e superior. *Revista de Educação Popular*, Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 359-375, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357764508_Relato_de_experiencia_na_impla ntacao_de_hortas_escolares_na_educacao_basica_e_superior. Acesso em: 29 dez. 2025.



Capítulo 3

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO INICIAL DA CULTURA DA COUVE (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *ACEPHALA*) EM SUBSTRATOS DE FIBRA DE COCO E MISTURA DE FIBRA DE COCO COM CASCA DE ARROZ CARBONIZADA

Oswaldo Rodrigues Borges Junior
Camila Correia Casção

Resumo: A produção de mudas de qualidade constitui uma etapa importante para o estabelecimento da cultura da couve, sendo o substrato um dos fatores que podem influenciar seu desenvolvimento inicial. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo inicial de mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) cv. Manteiga da Geórgia cultivadas em diferentes composições de substrato. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições: T1, constituído por 100% de fibra de coco, e T2, composto por 50% de fibra de coco e 50% de casca de arroz carbonizada. Aos 30 dias após a semeadura, foram avaliados a altura das plantas, o número de folhas verdadeiras, o comprimento da raiz e a massa fresca da parte aérea. Houve diferença significativa entre os tratamentos para o número de folhas e a massa fresca da parte aérea, com maiores médias no T1. Para a altura e o comprimento da raiz, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. Nas condições avaliadas, a fibra de coco utilizada de forma exclusiva mostrou-se mais favorável ao desenvolvimento vegetativo inicial das mudas de couve.

Palavras-chave: Casca de arroz carbonizada. Fibra de coco. Mudas. Substrato.

Abstract: The production of high-quality seedlings is an important step for the establishment of kale crops, and the substrate is one of the factors that can influence their initial development. This study aimed to evaluate the initial vegetative development of kale seedlings (*Brassica oleracea* var. *acephala*) cv. Manteiga da Geórgia grown in different substrate compositions. The experiment was conducted in a completely randomized design with two treatments and four replicates: T1, consisting of 100% coconut fiber, and T2, consisting of 50% coconut fiber and 50% carbonized rice husk. At 30 days after sowing, plant height, number of true leaves, root length, and shoot fresh mass were evaluated. Significant differences between treatments were observed for the number of leaves and shoot fresh mass, with higher means in T1. No statistically significant differences were observed for plant height and root length. Under the evaluated conditions, coconut fiber used alone proved to be more favorable for the initial vegetative development of kale seedlings.

Keywords: Carbonized rice husk. Coconut fiber. Seedlings. Substrate.

1. INTRODUÇÃO

A produção de mudas de qualidade é uma etapa importante no cultivo de hortaliças, sendo que o substrato utilizado deve apresentar características adequadas para proporcionar sustentação às plantas, retenção de umidade e aeração do sistema radicular (ZANÃO JÚNIOR *et al.*, 2022). Os autores destacam a importância das características físicas e químicas do substrato para a obtenção de mudas de qualidade.

Na produção de mudas de couve-manteiga, diferentes materiais podem ser empregados como condicionadores de substratos. Silva *et al.* (2016) avaliaram, entre outros materiais, a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco na produção de mudas de couve-manteiga cv. Geórgia e observaram que substratos contendo esses condicionadores apresentaram potencial para a produção de mudas de qualidade.

A utilização de resíduos agroindustriais na composição de substratos também constitui uma possibilidade de aproveitamento desses materiais na agricultura. Zanão Júnior *et al.* (2022) caracterizaram a casca de arroz carbonizada como um resíduo agroindustrial com potencial para utilização em misturas com outros substratos destinados à produção de mudas de hortaliças.

Apesar do uso frequente da fibra de coco e da casca de arroz carbonizada na produção de mudas, ainda são necessários estudos que avaliem seu desempenho na produção de mudas de couve nas condições propostas neste trabalho. Nesse contexto, torna-se relevante avaliar o desempenho desses substratos na produção de mudas, buscando identificar a composição que proporcione melhor desenvolvimento inicial das plantas.

A realização deste estudo justifica-se pela necessidade de avaliar alternativas sustentáveis para a produção de mudas de couve, utilizando materiais provenientes de resíduos agroindustriais como componentes de substratos. O aproveitamento desses resíduos pode

contribuir para sua destinação adequada e para a obtenção de materiais alternativos para uso agrícola. Procópio *et al.* (2026) investigaram o aproveitamento da casca de coco verde como substrato agrícola alternativo e sustentável, destacando a possibilidade de valorização desse resíduo por meio de sua transformação em insumo para a agricultura.

Para isso, foram comparados dois substratos, um constituído exclusivamente por fibra de coco e outro composto pela mistura de fibra de coco e casca de arroz carbonizada. O desenvolvimento inicial das mudas foi avaliado aos 30 dias após a semeadura por meio da altura das plantas, número de folhas, comprimento da raiz e massa fresca da parte aérea.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo inicial de mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) produzidas em substrato constituído por 100% de fibra de coco e em substrato composto pela mistura de fibra de coco e casca de arroz carbonizada, visando identificar o substrato que proporcione melhores condições para a produção de mudas destinadas ao transplante.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da couve

A couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) é uma hortaliça folhosa, não recortada, pertencente à família Brassicaceae, e de grande importância alimentar, destacando-se pelo seu alto valor nutricional, apresentando minerais como cálcio, potássio e ferro, vitaminas A, C e K, fibra alimentar, polifenóis, glucosinolatos, carotenoides, clorofilas e flavonoides, o que permite classificá-la como um “superalimento” (LUKASZYK *et al.*, 2025).

Essa hortaliça é de ciclo bienal, embora seja conduzida comercialmente como cultura anual. A espécie apresenta crescimento vegetativo contínuo, caule ereto e folhas grandes, de coloração verde-clara a verde-escura, lisas ou crespas, a depender da cultivar, sendo as folhas a parte de principal interesse econômico. Além disso, se destaca pela capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas, elevada rusticidade e capacidade de rebrota. O sucesso do cultivo está relacionado de forma direta à produção de mudas vigorosas, com bom sistema radicular e adequado crescimento vegetativo inicial, favorecendo um estabelecimento satisfatório após o transplante e refletindo positivamente na produtividade e na qualidade da cultura (FILGUEIRA, 2013).

2.2 Produção de mudas e substratos

Silva *et al.* (2016) observaram que condicionadores de substrato, como a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco, podem produzir mudas de couve de qualidade superior. Diante disso, o aprimoramento das técnicas de produção, especialmente por meio da utilização de substratos adequados, torna-se essencial para garantir maior qualidade e produtividade (BACK *et al.*, 2025).

A produção de mudas de qualidade está diretamente relacionada às características do substrato utilizado, uma vez que este influencia propriedades fundamentais como retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes. Substratos com características físicas e químicas adequadas podem favorecer o desenvolvimento do sistema radicular e o crescimento inicial das plantas, contribuindo para a qualidade das mudas (ZANÃO JÚNIOR *et al.*, 2022).

Portanto, é necessário escolher substratos adequados para o plantio, que favoreçam o desenvolvimento da cultura, pois o substrato é responsável pelo fornecimento das condições necessárias para o desenvolvimento inicial da planta (VERDI *et al.*, 2019). Dessa forma, a escolha

do substrato constitui um dos principais fatores para o sucesso no cultivo de hortaliças.

Nos últimos anos, tem-se intensificado a busca por substratos alternativos, especialmente aqueles provenientes de resíduos agroindustriais, devido ao seu baixo custo e menor impacto ambiental. A utilização desses materiais contribui para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, além de possibilitar o reaproveitamento de resíduos que, anteriormente, seriam descartados no ambiente (CORREA *et al.*, 2019).

2.3 Fibra de coco e casca de arroz carbonizada

Entre os materiais utilizados como componentes de substratos para a produção de mudas destacam-se a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada. As características físicas dos substratos, como densidade, porosidade e capacidade de retenção de água, são importantes para proporcionar condições adequadas ao desenvolvimento das plantas, podendo variar conforme o material e sua composição (ZORZETO *et al.*, 2014).

KRATZ *et al.* (2013) afirmam que a casca de arroz carbonizada apresenta baixa densidade, elevada porosidade e boa capacidade de drenagem, podendo contribuir para a aeração do sistema radicular. Suas propriedades, contudo, variam conforme a granulometria e a proporção utilizada na formulação do substrato.

A fibra de coco apresenta capacidade de retenção de água e características de porosidade que devem ser consideradas no manejo da irrigação e no cultivo de plantas em recipientes (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

A casca de arroz carbonizada, por sua vez, pode modificar propriedades físicas e químicas do substrato, como porosidade, densidade, capacidade de retenção de água e teores de nutrientes, de acordo com a proporção empregada (ZANÃO JÚNIOR *et al.*, 2022). Estudos com diferentes espécies demonstram ainda que a utilização de fibra de coco e casca de arroz carbonizada, isoladamente ou em diferentes proporções,

pode influenciar a qualidade e o desenvolvimento inicial das mudas (FRAGOSO *et al.*, 2016; ZANÃO JÚNIOR *et al.*, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente aberto, no município de Porangatu, Goiás, Brasil, nas coordenadas geográficas 13º26'00,1" S e 49º08'07,1" W, durante o período de julho a agosto de 2026. De acordo com a classificação climática de Köppen apresentada por Silva *et al.* (2006), o município apresenta clima Aw, tropical de savana e megatérmico. A semeadura foi realizada em 3 de julho de 2026. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), composto por dois tratamentos e quatro repetições, totalizando oito unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade para 5 L.

Os tratamentos consistiram em: T1 – substrato constituído por 100% de fibra de coco granulada (Fertbac®); e T2 – substrato composto por 50% de fibra de coco granulada (Fertbac®) e 50% de casca de arroz carbonizada (Aimirim®), em proporção volumétrica de 1:1 (v/v). A mistura do tratamento T2 foi preparada imediatamente antes da semeadura, utilizando partes iguais dos dois substratos em volume, visando garantir a homogeneidade da composição.

Foi utilizada a cultivar Couve Manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*). A semeadura foi realizada diretamente nos vasos, utilizando-se duas sementes por unidade experimental, distribuídas a aproximadamente 0,5 cm de profundidade. Após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, mantendo-se apenas a planta mais vigorosa em cada vaso.

A irrigação foi realizada manualmente, uma vez ao dia, de acordo com as condições climáticas, visando manter a umidade adequada dos substratos durante todo o período experimental. Durante a condução

do experimento, foi realizada adubação complementar com fertilizante mineral misto NPK 20-20-20, na concentração de 1 g L^{-1}, via aplicação foliar. A primeira aplicação foi realizada em 10 de julho de 2026, sendo a mesma dose aplicada uniformemente em todos os tratamentos. As aplicações subsequentes foram realizadas semanalmente, mantendo-se o mesmo manejo para todas as unidades experimentais.

As avaliações foram realizadas aos 30 dias após a semeadura (DAS), considerando as variáveis altura das plantas, número de folhas, comprimento da raiz e massa fresca da parte aérea. A altura das plantas foi determinada com o auxílio de régua graduada em centímetros, medindo-se a distância entre o colo da planta e a extremidade da folha mais alta. O comprimento da raiz também foi avaliado com ajuda de régua graduada. A massa fresca da parte aérea foi pesada em balança de precisão para obtenção dos resultados, e o número de folhas foi determinado por contagem direta das folhas verdadeiras completamente expandidas, desconsiderando-se os cotilédones.

Ao final do período experimental, aos 30 DAS, as plantas foram cuidadosamente retiradas dos vasos e as raízes lavadas em água corrente para a remoção do substrato aderido. Em seguida, foi determinado o comprimento da raiz com auxílio de régua graduada em centímetros. Posteriormente, a parte aérea foi seccionada na região do colo e submetida à pesagem em balança de precisão para a determinação da massa fresca, sendo os resultados expressos em gramas (g).

Os dados referentes à altura das plantas, ao comprimento da raiz e à massa fresca da parte aérea foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de um fator, considerando-se o tratamento como fonte de variação, ao nível de 5% de significância ($\alpha = 0,05$). Previamente à análise de variância, foram avaliados os pressupostos de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e de homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett. Para a variável número de folhas, devido à ausência de variabilidade entre as repetições dentro de cada tratamento, foi

utilizado o teste de permutação exato, bilateral, tendo como estatística de teste o valor absoluto da diferença entre as médias dos tratamentos. O teste considerou todas as possíveis redistribuições das oito observações entre os dois grupos, mantendo-se quatro observações em cada grupo. As análises estatísticas foram realizadas no software R, versão 4.6.1, adotando-se nível de significância de 5% (α = 0,05).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 30 dias após a semeadura, o tratamento T1, constituído por 100% de fibra de coco, apresentou maiores médias para todas as características avaliadas em comparação ao tratamento T2, composto por 50% de fibra de coco e 50% de casca de arroz carbonizada (Tabela 1). Entretanto, a análise estatística demonstrou que houve diferença significativa entre os tratamentos apenas para o número de folhas e para a massa fresca da parte aérea, enquanto a altura das plantas e o comprimento da raiz não apresentaram diferença significativa.

Figura 1. Aspecto visual da couve 30 dias após semeadura.



Nota: (A) T1 – 100% fibra de coco; (B) T2 – 50% fibra de coco + 50% casca de arroz carbonizada.
Fonte: Autor (2026).

Tabela 1. Desenvolvimento inicial de mudas de couve aos 30 dias em diferentes substratos.

Variável	T1 – 100% fibra de coco	T2 – 50% fibra de coco + 50% casca de arroz carbonizada	p-valor
Altura (cm)	7,48 ± 2,39	4,85 ± 0,93	0,0869
Número de folhas	3,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00	0,0286*
Comprimento da raiz (cm)	7,60 ± 1,85	6,78 ± 0,93	0,4560
Massa fresca da parte aérea (g)	0,550 ± 0,173	0,175 ± 0,050	0,00594

Nota: Valores apresentados como média ± desvio-padrão (n = 4). Para as variáveis altura, comprimento da raiz e massa fresca da parte aérea, foi realizada análise de variância (ANOVA) de um fator. Para o número de folhas, foi utilizado o teste de permutação exato bilateral. Adotou-se nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). * Valor de p obtido pelo teste de permutação exato bilateral. Fonte: Autor (2026).

Em relação à altura das mudas, o tratamento T1 apresentou média de 7,48 ± 2,39 cm, enquanto o T2 apresentou média de 4,85 ± 0,93 cm. Apesar da maior média observada no tratamento constituído exclusivamente por fibra de coco, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (p = 0,0869). Dessa forma, nas condições e no período avaliados, não se pode afirmar que a utilização exclusiva da fibra de coco tenha proporcionado maior altura das mudas em comparação à mistura de fibra de coco com casca de arroz carbonizada. Silva *et al.* (2016), avaliando diferentes condicionadores de substrato na produção de mudas de couve-manteiga cv. Geórgia, verificaram que formulações contendo fibra de coco ou casca de arroz carbonizada apresentaram potencial para a produção de mudas de qualidade. Entretanto, os tratamentos utilizados pelos autores continham outros componentes em sua composição, o que deve ser considerado ao comparar seus resultados com os obtidos no presente estudo.

Em relação ao número de folhas, as mudas do T1 apresentaram média de 3,00 ± 0,00 folhas, enquanto as do T2 apresentaram média

de 2,00 ± 0,00 folhas. Para essa variável, houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (p = 0,0286), indicando maior desenvolvimento foliar das mudas cultivadas em 100% de fibra de coco durante o período avaliado. Pantoja Neto e Redig (2017), ao avaliarem substratos orgânicos na produção de mudas de couve-manteiga em sistema hidropônico, observaram que tanto a fibra de coco quanto a casca de arroz carbonizada apresentaram potencial para a produção de mudas. Os autores verificaram desempenho semelhante ou superior desses materiais em relação à espuma fenólica e concluíram que ambos podem ser utilizados na produção de mudas de couve-manteiga.

Quanto ao comprimento da raiz, foram observadas médias de 7,60 ± 1,85 cm no T1 e 6,78 ± 0,93 cm no T2. Apesar da maior média observada no T1, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (p = 0,4560), indicando que, nas condições avaliadas, os substratos não promoveram respostas distintas para o comprimento radicular das mudas. Silva *et al.* (2016), ao avaliarem mudas de couve-manteiga cv. Geórgia produzidas em substratos contendo fibra de coco e casca de arroz carbonizada, também investigaram o desenvolvimento do sistema radicular, porém por meio da massa seca das raízes. Os autores não observaram diferença significativa entre os substratos contendo fibra de coco e casca de arroz carbonizada para essa característica. Embora a variável avaliada pelos autores seja distinta do comprimento radicular mensurado no presente estudo, os resultados contribuem para demonstrar que a resposta do sistema radicular pode variar de acordo com a composição e as características dos substratos utilizados.

Para a massa fresca da parte aérea, o T1 apresentou média de 0,550 ± 0,173 g, enquanto o T2 apresentou média de 0,175 ± 0,050 g. Houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (p = 0,00594), demonstrando maior acúmulo de massa fresca da parte aérea nas mudas cultivadas exclusivamente em fibra de coco. Resultado semelhante foi observado por Pantoja Neto e Redig (2017), que,

ao avaliarem fibra de coco e casca de arroz carbonizada na produção de mudas de couve-manteiga, verificaram maior massa fresca da parte aérea nas mudas produzidas em fibra de coco. Os autores obtiveram médias de 0,41 g planta^{-1} para a fibra de coco e 0,35 g planta^{-1} para a casca de arroz carbonizada. Embora as condições experimentais e as proporções dos substratos sejam distintas das utilizadas no presente estudo, os resultados indicam potencial da fibra de coco para favorecer o acúmulo de massa fresca em mudas de couve.

De maneira geral, os resultados demonstram que o tratamento com 100% de fibra de coco apresentou médias numericamente superiores para todas as variáveis avaliadas. Contudo, considerando o nível de significância de 5%, o efeito dos tratamentos foi confirmado estatisticamente apenas para o número de folhas e para a massa fresca da parte aérea. Para a altura e o comprimento da raiz, as diferenças observadas entre as médias não foram suficientes para caracterizar diferença significativa.

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi conduzido, o substrato constituído por 100% de fibra de coco proporcionou melhor desenvolvimento vegetativo inicial das mudas de couve em comparação à mistura de 50% de fibra de coco e 50% de casca de arroz carbonizada, apresentando maior número de folhas e maior massa fresca da parte aérea aos 30 dias após a semeadura. Para a altura das plantas e o comprimento da raiz, embora tenham sido observadas maiores médias no tratamento com 100% de fibra de coco, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Dessa forma, entre os substratos avaliados, a fibra de coco utilizada de forma exclusiva mostrou-se mais favorável ao desenvolvimento inicial das mudas de couve destinadas ao transplante.

REFERÊNCIAS

BACK, Marina Martinello *et al.* Proporções de turfa e casca de arroz carbonizada como substratos para mudas de maracujazeiro-azedo. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 38, n. 3, p. 18-20, 2025.

CORREA, Breno Almeida *et al.* Reaproveitamento de resíduos orgâni-cos regionais agroindustriais da Amazônia Tocantina como substratos alternativos na produção de mudas de alface. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Viçosa, v. 9, n. 1, p. 97-104, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura:* agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.

FRAGOSO, Rosimeri de Oliveira *et al.* Substratos renováveis na produção de mudas de Ficus enormis proveniente de jardim clonal. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 36, n. 88, p. 537-541, 2016.

KRATZ, Dagma *et al.* Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1105-1113, 2013.

LUKASZYK, Aleksandra *et al.* Nutritional, therapeutic, and functional food perspectives of kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*): an integrative review. *Molecules*, Basel, v. 30, n. 21, art. 4214, 2025.

NASCIMENTO, Erlen Kaline Ávila do *et al.* Curva de retenção de água em substrato de fibra de coco para cultivos em vasos em ambiente protegido. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 259-265, 2021.

PANTOJA NETO, Raimundo de Almeida; REDIG, Meirivalda do Socorro Ferreira. Uso de substratos orgânicos na produção de mudas de couve manteiga hidropônica em Cametá, Pará. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 116-123, 2017.

PROCÓPIO, Igor Julyetson Silva *et al.* Aproveitamento da casca de coco verde como substrato agrícola. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, Curitiba, v. 24, n. 2, art. e13096, 2026.

SILVA, S. C. da; SANTANA, N. M. P.; PELEGRINI, J. C. *Caracterização climática do município de Porangatu, GO*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (Documentos, 199).

SILVA, Nilciléia Mendes *et al.* Condicionadores alternativos de substrato na qualidade da muda e produtividade de couve manteiga. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, [S. l.], v. 11, n. 5, p. 149-154, 2016.

VERDI, A. L.; KINZEL, D.; KLEIN, C. *Análise de diferentes tipos de substratos*. Anuário Pesquisa e Extensão UNOESC, São Miguel do Oeste, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, Luiz Antônio *et al.* Contribution of the carbonized rice husk added to the substrate in the production of vegetable seedlings. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 38, art. e38029, 2022.

ZORZETO, Thais *et al.* Caracterização física de substratos para plantas. *Bragantia*, Campinas, v. 73, n. 3, p. 300-311, 2014.

Capítulo 4

IMPORTÂNCIA DA COBERTURA VEGETAL COM CASCA DE ARROZ NO DESENVOLVIMENTO DA ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*)

Pedro Lucas Guimarães Silva

Cinthia Ohana Marques Neves

Resumo: A cobertura do solo com casca de arroz constitui uma prática de manejo com potencial para melhorar as condições de cultivo e favorecer o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa L.*). Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da utilização da casca de arroz como cobertura vegetal sobre o crescimento e o desenvolvimento da cultura, comparando um tratamento com cobertura (T1) e um tratamento sem cobertura, utilizado como testemunha (T2). O experimento foi realizado em dois canteiros de 2,0 m², com cultivo da cultivar Lisa e acompanhamento durante 45 dias. Ao final do ciclo, a planta avaliada no tratamento com casca de arroz apresentou 20 cm de altura e 20 cm de comprimento de folha, enquanto a planta do tratamento sem cobertura apresentou 15 cm para ambas as características, correspondendo a uma diferença observada de aproximadamente 33,3% a favor do tratamento coberto. Também foi observada menor ocorrência de plantas espontâneas no canteiro coberto com casca de arroz, reduzindo a necessidade de capina manual. Por se tratar de um estudo conduzido com número reduzido de unidades experimentais e sem repetições suficientes para tratamento estatístico, os resultados são apresentados sob perspectiva descritiva, como tendência observada nas condições específicas do experimento, e não como efeito estatisticamente comprovado. Ainda assim, a prática demonstrou potencial como alternativa de baixo custo e ambientalmente adequada para o manejo do solo na horticultura, justificando sua investigação em estudos futuros com delineamento estatístico mais robusto.

Palavras-chave: *Lactuca sativa L.* Cobertura do solo. Casca de arroz. Horticultura. Desenvolvimento vegetativo.

Abstract: Soil mulching with rice husk is a management practice with potential to improve growing conditions and favor the development of lettuce (*Lactuca sativa L.*). This study aimed to evaluate the influence of rice husk as plant-based soil mulch on the growth and development of the crop, comparing a mulched treatment (T1) with a non-mulched treatment used as a control (T2). The experiment was carried out in two 2.0 m² beds, using the Lisa cultivar and monitoring the crop for 45 days. At the end of the growing cycle, the plant evaluated under rice husk mulch reached 20 cm in height and 20 cm in leaf length, whereas the plant under the non-mulched treatment reached 15 cm for both characteristics, corresponding to an observed difference of approximately 33.3% in favor of the mulched treatment. A lower occurrence of weeds

was also observed in the plot covered with rice husk, reducing the need for manual weeding. Because the study was conducted with a reduced number of experimental units and without sufficient replication for statistical analysis, the results are presented from a descriptive perspective, as an observed trend under the specific experimental conditions rather than as a statistically proven effect. Even so, the practice showed potential as a low-cost and environmentally appropriate alternative for soil management in horticulture, supporting further investigation with a more robust experimental design.

Keywords: *Lactuca sativa L.* Soil mulching. Rice husk. Horticulture. Vegetative development.

1. INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças ocupa posição estratégica na agricultura brasileira, tanto pela relevância econômica quanto pela contribui-ção à segurança alimentar e nutricional da população. Entre as espé-cies de maior expressão nesse segmento, a alface (*Lactuca sativa L.*) destaca-se pela ampla aceitação comercial, pelo ciclo relativamente curto e pela possibilidade de cultivo em diferentes sistemas produtivos. Seu desempenho agronômico, no entanto, está diretamente condicionado às características físicas, químicas e biológicas do ambiente de cultivo, tornando indispensável a adoção de práticas capazes de favorecer condições edafoclimáticas adequadas ao desenvolvimento vegetal.

A alface apresenta elevada sensibilidade às oscilações de temperatura, à disponibilidade hídrica e às condições estruturais do solo, especialmente durante as fases de estabelecimento e formação da parte aérea. Por apresentar sistema radicular relativamente superficial e elevada proporção de tecido foliar, a espécie manifesta considerável sensibilidade às alterações na disponibilidade de água e às oscilações térmicas do ambiente: condições de déficit hídrico podem restringir a

expansão das folhas e comprometer a formação da biomassa, enquanto temperaturas elevadas podem interferir negativamente nos processos fisiológicos e na qualidade da parte comercializável (SILVA *et al.*, 2020). Estratégias de manejo que promovam maior estabilidade do microambiente radicular podem, assim, repercutir positivamente sobre o crescimento, a acumulação de biomassa e a qualidade comercial das plantas (CARDONA CASAS; CARDOSO; TEIXEIRA, 2020).

A cobertura vegetal do solo, frequentemente denominada cobertura morta ou mulching, exerce múltiplas funções no agroecossistema. A presença de uma camada de resíduos sobre o terreno pode reduzir a incidência direta da radiação solar, moderar a amplitude térmica, diminuir a evaporação e contribuir para a conservação da umidade, enquanto a barreira física estabelecida pela palhada pode dificultar a emergência de plantas espontâneas, reduzindo a competição por água, luz e nutrientes (CARVALHO *et al.*, 2005; ARAÚJO NETO *et al.*, 2010; BESTER *et al.*, 2020). A casca de arroz, nesse contexto, apresenta potencial de aproveitamento por atuar como barreira física sobre o solo, contribuindo para a conservação da umidade, a atenuação térmica e a redução da emergência de plantas espontâneas.

Entretanto, a magnitude desses efeitos pode variar conforme a quantidade empregada, as características do material e as condições ambientais, já que fatores como cultivar, solo, irrigação, temperatura e manejo nutricional interagem na determinação do desempenho da cultura (HACHMANN *et al.*, s.d.; FERNANDEZ *et al.*, 2025).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da utilização da casca de arroz como cobertura vegetal do solo sobre o crescimento e o desenvolvimento da alface, considerando altura da planta, comprimento foliar, observações relacionadas à proteção da superfície do solo e ocorrência de plantas espontâneas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa L.*) pertence à família Asteraceae e constitui uma das hortaliças folhosas de maior relevância nos sistemas de produção olerícola, com ciclo relativamente reduzido, o que favorece sua inserção em sistemas intensivos e sucessivos de cultivo (FERNANDEZ *et al.*, 2025). Seu sistema radicular apresenta distribuição predominantemente superficial, tornando a cultura especialmente responsiva às condições das camadas superiores do terreno. Alterações na umidade e na temperatura dessa região repercutem sobre o desenvolvimento das plantas e sobre a produção final (CÂNDIDO; SILVA, 2019; CARDONA CASAS; CARDOSO; TEIXEIRA, 2020).

A disponibilidade hídrica representa um dos fatores determinantes para o desenvolvimento satisfatório da cultura, participando de proces-sos fisiológicos essenciais relacionados à expansão celular e à formação da massa vegetal. A deficiência de água pode comprometer a expansão foliar e reduzir o acúmulo de biomassa, ao passo que o manejo hídrico excessivo pode favorecer baixa aeração do solo e aumentar a suscetibilidade a problemas fitossanitários. Nesse contexto, a cobertura com casca de arroz pode constituir estratégia de conservação hídrica, pois reduz a exposição da superfície do terreno e pode retardar a perda de água por evaporação (SILVA *et al.*, 2020; CARVALHO *et al.*, 2005).

Condições térmicas também exercem influência expressiva sobre a fisiologia da alface. Temperaturas elevadas podem alterar o metabolismo da planta, acelerar determinadas etapas do ciclo e prejudicar características desejáveis do produto comercial. Estratégias destinadas à modificação do microclima podem, portanto, assumir papel relevante para reduzir a exposição da cultura a condições potencialmente limi-tantes (FERREIRA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2020).

2.2 Importância econômica e nutricional da alface

A alface ocupa posição de destaque entre as hortaliças comercializadas no Brasil, com ampla presença em mercados locais, feiras e supermercados. Sua relevância econômica decorre do ciclo curto, da produção durante diferentes épocas do ano e da elevada aceitação pelo consumidor, o que favorece sua inserção tanto em propriedades especializadas quanto em unidades de agricultura familiar (FERNANDEZ *et al.*, 2025; LONGHINI *et al.*, 2019).

A produtividade, porém, não deve ser analisada apenas pela massa vegetal obtida por área: aparência, uniformidade, tamanho e integridade das folhas também interferem na aceitação comercial. A cobertura do solo com casca de arroz insere-se nessa perspectiva por reunir potencial agronômico, ambiental e econômico, contribuindo para conservação da umidade, moderação térmica e controle de plantas espontâneas.

2.3 Fatores que influenciam o desenvolvimento da alface

O desenvolvimento da alface resulta da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo, destacando-se disponibilidade hídrica, temperatura, luminosidade e características físico-químicas do solo. A temperatura do solo influencia diretamente a atividade radicular, a absorção de nutrientes e o crescimento, podendo oscilações acentuadas comprometer o desenvolvimento uniforme (SILVA *et al.*, 2020). O manejo nutricional também é determinante: a alface demanda nitrogênio, fósforo e potássio ao longo do ciclo, associados respectivamente à parte aérea, ao sistema radicular e ao equilíbrio hídrico-metabólico. A combinação de água, temperatura amena e nutrição equilibrada favorece o crescimento vegetativo e a qualidade comercial, enquanto condições adversas restringem o potencial produtivo.

2.4 Manejo do solo na produção de hortaliças

O solo é um dos principais componentes dos sistemas de produção de hortaliças, funcionando como suporte físico e reservatório de água, nutrientes e organismos biológicos importantes. Práticas de manejo devem preservar ou melhorar suas propriedades físicas, químicas e biológicas (PRIMAVESI, 1980). A produção intensiva pode exercer elevada pressão sobre os recursos edáficos em razão da sucessão de cultivos e da mobilização frequente do solo; quando mal planejadas, essas operações favorecem degradação, compactação, erosão e redução da matéria orgânica. A manutenção do solo protegido com cobertura viva ou morta constitui princípio importante do manejo conservacionista.

2.5 Cobertura vegetal do solo na agricultura

A cobertura vegetal do solo é uma prática de manejo que protege a superfície e modifica condições físicas, térmicas e hídricas do ambiente, podendo ser formada por resíduos de culturas, palhadas ou outros materiais orgânicos (CARVALHO *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2020). Reduz a exposição direta à radiação solar e a amplitude das oscilações térmicas, além de limitar a perda de água por evaporação, favorecendo culturas de sistema radicular superficial (FERREIRA *et al.*, 2013; CARDONA CASAS; CARDOSO; TEIXEIRA, 2020). A proteção contra processos erosivos também constitui função relevante.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na zona rural do município de Amaralina, estado de Goiás, localizado na região Norte goiana e inserido na região hidrográfica do Araguaia. A área experimental está inserida no bioma Cerrado. O estudo foi conduzido em dois canteiros de 1,0 m × 2,0

m (2,0 m^2 cada, totalizando 4,0 m^2), em duas condições de cultivo: tratamento com cobertura vegetal de casca de arroz (T1) e tratamento sem cobertura, utilizado como testemunha (T2).

A adubação de plantio foi realizada com fertilizante NPK 04-14-08, na dose de 100 g/m^2, correspondendo a 200 g por canteiro. Complementarmente, foi utilizada a formulação NPK 20-00-20 como fonte de nitrogênio e potássio durante o desenvolvimento vegetativo, na dose de 100 g/m^2, correspondendo a 200 g por canteiro, e esterco bovino curtido na quantidade de 30 kg/m^2, incorporado ao solo durante o preparo dos canteiros. A incorporação do esterco teve como finalidade melhorar atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

A casca de arroz foi distribuída manualmente sobre toda a superfície do canteiro T1, imediatamente após o transplantio, formando camada de 3 a 5 cm de espessura. Foi utilizada a cultivar Lisa de alface, com espaçamento de 25 cm entre plantas.

A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, com regadores de 10 litros, aplicando-se três regadores por canteiro a cada rega, totalizando aproximadamente 60 litros por canteiro por dia, igualmente para os dois tratamentos.

As avaliações de altura da planta e comprimento da folha foram realizadas por medição direta com régua, em uma planta e uma folha representativas de cada tratamento, ao final do ciclo de 45 dias. Não foram utilizados instrumentos de medição para umidade ou temperatura do solo; essas variáveis foram acompanhadas apenas por observação visual e registro fotográfico.

Alguns elementos operacionais não foram registrados com detalhamento suficiente, especialmente o número total de plantas por canteiro e um critério de amostragem sistemático ou aleatório para escolha da planta e da folha avaliadas. Assim, o estudo apresenta caráter predominantemente demonstrativo e descritivo, não permitindo inferências estatísticas generalizáveis.

Tabela 1. Organização dos canteiros e tratamentos utilizados no experimento

Canteiro	Tratamento	Cobertura do solo	Área
C1	T1	Casca de arroz	2,0 m²
C2	T2	Sem cobertura – testemunha	2,0 m²

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento da alface foi acompanhado durante os 45 dias de cultivo, considerando observações visuais, registros fotográficos e avaliações quantitativas ao final do período. No início, os tratamentos apresentavam condições semelhantes. Com o avanço do ciclo, surgiram diferenças visuais no porte das plantas, na expansão foliar e nas condições da superfície do solo, mais perceptíveis a partir da segunda metade do período.

Aos 15 dias, as plantas com cobertura apresentavam maior desenvolvimento inicial e superfície aparentemente mais protegida. Aos 20 dias, as diferenças tornaram-se mais evidentes, com maior crescimento e desenvolvimento foliar sob cobertura e maior incidência de plantas espontâneas no tratamento sem cobertura. Ao final dos 45 dias, verificou-se maior desenvolvimento vegetativo e melhor aspecto comercial aparente no tratamento com cobertura.

A evolução observada é compatível com a literatura que relaciona a cobertura do solo à redução da evaporação, à moderação térmica e à supressão de plantas espontâneas. Entretanto, no presente experimento não houve medição instrumental de umidade ou temperatura, de modo que essas relações são inferências baseadas em observações visuais e comparação com estudos da literatura.

Tabela 2. Síntese das observações realizadas durante o desenvolvimento da alface nos diferentes períodos de avaliação

Período	Tratamento com casca de arroz	Tratamento sem cobertura
0 dias	Mudas recém-transplantadas e em fase de estabelecimento	Mudas recém-transplantadas e em fase de estabelecimento
15 dias	Maior desenvolvimento vegetativo aparente e superfície protegida	Desenvolvimento inicial aparente e maior exposição do solo
20 dias	Maior expansão foliar e melhor condição visual das plantas	Menor expansão foliar e maior ocorrência de plantas espontâneas
45 dias	Maior porte e melhor aspecto comercial aparente	Menor porte e menor desenvolvimento foliar aparente

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

Estudos citados no TCC reforçam a plausibilidade desses resultados. Cândido e Silva (2019), em experimento com repetições reais, verificaram redução média de cerca de dois graus na temperatura do solo coberto em relação ao solo exposto, além de menor incidência de plan-tas espontâneas. Cardona Casas, Cardoso e Teixeira (2020) utilizaram medições gravimétricas de umidade e termometria do solo para quantificar o efeito da cobertura sobre o microclima. Ferreira *et al.* (2013) também observaram efeitos positivos da cobertura morta sobre a produção de alface e a supressão de plantas daninhas. Esses estudos, contudo, apresentam maior robustez metodológica que o presente experimento.

Ao final dos 45 dias, o tratamento com casca de arroz apresentou 20 cm de altura e 20 cm de comprimento foliar, contra 15 cm para ambas as características no tratamento sem cobertura. Os valores correspondem a uma diferença absoluta de 5 cm e diferença relativa de 33,3% em favor do tratamento coberto.

Tabela 3. Desenvolvimento quantitativo da alface aos 45 dias após o transplantio

Tratamento	Altura da planta (cm)	Comprimento da folha (cm)	Diferença relativa
Com casca de arroz	20,0	20,0	–
Sem cobertura	15,0	15,0	–
Diferença absoluta	5,0	5,0	+33,3%

Fonte: Elaborada pelo autor (2026), a partir dos dados registrados no experimento.

Como as medições correspondem a uma única planta e uma única folha por tratamento, e não a uma amostra com repetições reais, os valores devem ser interpretados exclusivamente como indicadores descritivos. Ressalta-se ainda que o comprimento da folha não corresponde à área foliar, razão pela qual essa denominação foi mantida.

A escolha da casca de arroz relaciona-se ao seu potencial como resíduo agrícola reaproveitável, funcionando como barreira física sobre o solo e contribuindo para práticas agrícolas ambientalmente adequadas (FERNANDEZ *et al.*, 2025). A uniformidade da irrigação foi considerada importante em razão do sistema radicular superficial da alface e de sua resposta à redução da umidade, especialmente sob elevada demanda atmosférica (CARDONA CASAS; CARDOSO; TEIXEIRA, 2020).

A capacidade de supressão das plantas espontâneas constitui uma das vantagens tradicionalmente associadas à cobertura morta. Carvalho *et al.* (2005), em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, verificaram que diferentes materiais de cobertura, incluindo palha de arroz, controlaram a infestação de invasoras em comparação à testemunha sem cobertura. No presente estudo, a observação de maior ocorrência de plantas espontâneas no solo descoberto converge com esses resultados, embora não tenha sido realizada contagem ou levantamento fitossociológico.

A redução das plantas espontâneas também apresenta implicações de manejo: com menor competição, água e nutrientes ficam potencialmente mais disponíveis às plantas cultivadas, e a menor necessidade de capina representa vantagem operacional. Entretanto, os benefícios dependem do material utilizado, da espessura e uniformidade da camada, da granulometria e das condições ambientais, não devendo ser generalizados para qualquer localidade ou sistema de cultivo.

Tabela 4. Comparação qualitativa das condições observadas nos tratamentos

Indicador	Com casca de arroz	Sem cobertura
Proteção da superfície do solo (observação visual)	Maior	Menor
Exposição direta do solo (observação visual)	Reduzida	Elevada
Presença de plantas espontâneas	Menor ocorrência observada	Maior ocorrência observada
Necessidade de capina	Não realizada	Realizada manualmente
Altura final observada	20 cm	15 cm
Comprimento foliar observado	20 cm	15 cm

Fonte: Elaborada pelo autor (2026), a partir das observações experimentais.

CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu avaliar, em condições práticas de cultivo, o comportamento da alface submetida à cobertura do solo com casca de arroz, comparando-a com o cultivo sem cobertura. Os resultados demonstraram diferenças favoráveis ao tratamento com casca de arroz quanto à altura da planta, ao comprimento foliar e à menor

ocorrência de plantas espontâneas, reduzindo inclusive a necessidade de capina manual.

Cabe reforçar que o estudo não se configura como experimento conduzido sob delineamento estatístico convencional, uma vez que a ausência de repetições experimentais impossibilita a estimativa do erro experimental e a realização de testes estatísticos de significância. Os resultados devem, portanto, ser interpretados como observações descritivas e não como inferências estatísticas generalizáveis.

A utilização da casca de arroz também proporcionou maior proteção visual da superfície do solo, mantendo uma camada de material vegetal entre o solo e o ambiente externo. Considerando que o experimento foi realizado durante a estação seca, essa condição mostrou-se relevante para a manutenção de um ambiente mais protegido ao redor das plantas.

Para confirmar a tendência observada com maior rigor científico, recomenda-se que estudos futuros utilizem delineamento inteiramente casualizado ou em blocos casualizados, com no mínimo três a quatro repetições por tratamento, permitindo análise de variância e testes de comparação de médias. Recomenda-se também a mensuração instrumental de variáveis como massa fresca e seca da parte aérea, área foliar, umidade gravimétrica do solo e temperatura do solo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, S. E. de *et al.* Uso de cobertura morta vegetal no controle de plantas invasoras na cultura do rabanete. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 4, p. 654-659, 2010.

BESTER, Adriano Udich *et al.* Influências da cobertura do solo em alface (*Lactuca sativa L.*) produzida em sistema de base agroecológica. *Cader-nos de Agroecologia*, v. 15, n. 2, 2020.

CÂNDIDO, Hebert; SILVA, Diego. Cobertura morta como prática conservacionista de solo. *Scientific Electronic Archives*, v. 12, n. 4, p. 30-33, 2019.

CARDONA CASAS, Nancy Aidé; CARDOSO, Irene Maria; TEIXEIRA, Rafael da Silva. Temperatura e umidade do solo coberto com resíduos vegetais na produção de hortaliças agroecológicas. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, n. 1, 2020.

CARVALHO, Jimmy Elizio de; ZANELLA, Fabio; MOTA, José Hortêncio; LIMA, Ana Lúcia da Silva. Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. *Regina 2000*, em Ji-Paraná/RO. 2005.

FERNANDEZ, Taís Benites Ruiz; SECRETTI, Mateus Luiz; LEGAL, Karina de Sá; VERIDIANO, Gustavo de Souza; BORELLI, Aline Baptista. Desempenho agronômico da alface crespa (Lactuca sativa) cultivada em diferentes tipos de cobertura de solo. In: *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC*, 2025.

FERREIRA, Izabel Cristina Pereira Vaz; ARAUJO, Alisson Vinicius de; NASCIMENTO, Altina Lacerda; CAVALCANTI, Thâmara Figueiredo Menezes; SANTOS, Leonardo David Tuffi. Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. *Revista Ceres*, v. 60, n. 4, p. 582-588, 2013.

GONÇALVES, João Pedro; SILVA, João Norberto S.; BARBOSA, Rafael dos Reis; LIMA, Luciano A.; BRAOS, Lucas B.; FERREIRA, Sindynara. *Avaliação de densidade de semeadura de rúcula com diferentes tipos de cobertura*. IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes, 2023.

HACHMANN, T. L. *et al. Cultivo de alface mimosa sobre diferentes materiais de cobertura de solo e sob agrotêxtil*. Pesquisa Agropecuária Gaúcha.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades e Estados:* Amaralina (GO). 2022.

LONGHINI, Kleber Lopes; SANCHES, Rafael Egea; MANNIGEL, Anny Rosi; SOARES, Eduardo. Avaliação do reaproveitamento de resíduos vegetais na produção de alface, visando o aumento de atributos biométricos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 14, n. 4, p. 120-125, 2019.

PRIMAVESI, Ana. *Manejo ecológico do solo:* a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1980.

SILVA, Arildo Sebastião; VIEIRA, Gustavo Haddad Souza; PREZOTTI, Lusinério; CALMON, João Marcos Izoton; MELO, Diego Pereira de; STEFANON, Reynaldo Marin; RODRIGUES, Dyênice. Efeito da cobertura morta sobre a capacidade de retenção de umidade e temperatura do solo. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, n. 2, 2020.

SILVA, Luís Henrique Ferreira da. *Produção de alface em diferentes coberturas de solo*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agronômica) – Faculdade UNIGUAÇU, São Miguel do Iguaçu, 2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ. Produção orgânica de alface em diferentes épocas de cultivo e sistemas de preparo e cobertura de solo. *Bioscience Journal*, 2014.



Capítulo 5

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SILAGEM COM ÁCIDO GIBERÉLICO NO MILHO

Eduardo Henrique da Silva

Gustavo Henrique Mendes Brito

Resumo: Este estudo avaliou o efeito da aplicação foliar de ácido giberélico na dose de 25 g ha^{-1}, no estádio vegetativo V3, sobre características agronômicas e a produtividade do milho (*Zea mays L.*) destinado à produção de silagem. O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no munici-pio de Formoso, Goiás, em uma área total de 18 ha, dividida em um talhão de 9 ha tratado com ácido giberélico e outro de 9 ha sem aplicação do bioestimulante. As avaliações foram realizadas 22 dias após a aplicação, por meio de amostragens aleatórias nos dois talhões. Foram avaliadas altura de plantas, espessura do colmo, largura foliar, peso médio das espigas, produtividade de matéria verde, teor de matéria seca e produtividade de matéria seca. A aplicação do ácido giberélico proporcionou aumento de 4,83% na altura das plantas, de 20,00% na espessura do colmo, de 14,52% na largura das folhas e de 15,52% no peso médio das espigas. A produtividade de matéria verde aumentou de 59,65 para 74,55 t ha^{-1}, correspondente a incremento de 24,98%. Embora o teor de matéria seca tenha diminuído de 30,00% para 26,00%, a produtivi-dade de matéria seca aumentou de 17,90 para 19,38 t ha^{-1}, representando ganho de 8,31%. Os resultados indicam que a aplicação de ácido giberélico no estádio V3 apresentou potencial para incrementar o rendimento forrageiro do milho nas condições avaliadas.

Palavras-chave: *Zea mays L.* Fitormônios. Forragem. Rendimento. Ácido giberélico.

Abstract: This study evaluated the effect of foliar application of gibberellic acid at a rate of 25 g ha^{-1} at the V3 vegetative stage on agronomic traits and yield of corn (*Zea mays L.*) intended for silage production. The experiment was conducted on a rural property in Formoso, Goiás, Brazil, covering 18 ha, divided into a 9-ha plot treated with gibberellic acid and a 9-ha untreated control plot. Evaluations were performed 22 days after application using random sampling within both plots. Plant height, stem thickness, leaf width, average ear weight, green matter yield, dry matter content, and dry matter yield were evaluated. Gibberellic acid increased plant height by 4.83%, stem thickness by 20.00%, leaf width by 14.52%, and average ear weight by 15.52%. Green matter yield increased from 59.65 to 74.55 t ha^{-1}, representing a 24.98% increase. Although dry matter content decreased from 30.00% to 26.00%, dry matter yield increased from 17.90 to 19.38 t ha^{-1}, representing an 8.31% gain. The

results indicate that gibberellic acid application at the V3 stage has potential to increase forage yield of corn under the conditions evaluated.

Keywords: *Zea mays L.* Phytohormones. Forage. Yield. Gibberellic acid.

1. INTRODUÇÃO

A maior parte da produção de leite e carne no Brasil baseia-se em sistemas a pasto. Entretanto, as condições climáticas dificultam a obtenção de forragem de qualidade ao longo de todo o ano. Para enfrentar essa adversidade, a prática da ensilagem de forrageiras apresenta-se como alternativa para a suplementação do rebanho durante o período seco, contribuindo para a manutenção da produção e do peso dos animais em níveis satisfatórios (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A silagem consiste em um processo de conservação de forragens que visa atender às demandas alimentares dos rebanhos, sendo o milho a cultura mais utilizada para esse fim. O processo envolve fermentação em ambiente anaeróbio, permitindo conservar o material vegetal por longos períodos, com manutenção de características nutricionais importantes e obtenção de alimento palatável, digestível e de elevado valor energético (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A produtividade do milho está diretamente relacionada ao atendimento das necessidades nutricionais da cultura. O milho é uma das espécies mais exigentes em adubação e responde positivamente quando os níveis nutricionais são adequados, podendo apresentar aumentos expressivos na produção final (MARTINS *et al.*, 2016; MORTATE *et al.*, 2018).

A produção de silagem de milho tem sido empregada como estratégia para reduzir a perda de desempenho do rebanho durante o período seco. Nesse contexto, novas tecnologias associadas ao uso de sementes melhoradas e ao manejo adequado vêm sendo estudadas

para elevar a produtividade das culturas. Entre essas tecnologias destacam-se os bioestimulantes, substâncias naturais ou sintéticas capazes de provocar alterações em processos fisiológicos e estruturais das plantas, com potencial de elevar produtividade e qualidade (NETO *et al.*, 2014).

As giberelinas participam de diferentes processos do desenvolvimento vegetal, incluindo germinação, alongamento dos entrenós e desenvolvimento de flores e frutos. O ácido giberélico destaca-se por promover alongamento do caule, expansão e divisão celular e intensificação da dominância apical (LOVIS *et al.*, 2010).

O estádio vegetativo V3 constitui uma fase relevante para o desenvolvimento do milho, pois a planta apresenta três folhas completamente expandidas e, conforme o trabalho de César *et al.* (2006), as folhas e primórdios de espigas que serão produzidos começam a ser formados entre V3 e V5. Dessa forma, o presente estudo avaliou o efeito da aplicação foliar de ácido giberélico no estádio V3 sobre características agronômicas e produtividade de matéria verde e seca do milho destinado à produção de silagem.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da silagem na pecuária brasileira

A silagem é uma técnica eficiente para reduzir os efeitos negativos da escassez de forragem na produção animal, fornecendo volumoso de qualidade e contribuindo para reduzir oscilações de desempenho, especialmente em sistemas de produção baseados em pastagem (CUNHA *et al.*, 2020).

Embora a produção a pasto seja considerada econômica, manter oferta de alimento durante todo o ano é um desafio em razão das

condições climáticas da estação seca, que restringem o crescimento das forrageiras. A conservação de forragem na forma de silagem permite formar estoque e garantir alimentação durante períodos de menor disponibilidade de pastagens.

2.2 Processo de ensilagem

A ensilagem é um método de conservação de forragens úmidas em ambiente anaeróbio, no qual bactérias ácido-láticas produzem ácidos orgânicos e promovem a redução do pH. O teor de matéria seca, a concentração de carboidratos solúveis, as substâncias tamponantes e a composição microbiológica da forragem influenciam o produto final, sendo necessárias práticas adequadas para minimizar perdas (MACÊDO *et al.*, 2017).

A adoção de boas práticas na produção de silagem contribui para preservar nutrientes, proteger a propriedade contra a escassez de pastagens e favorecer a produção de leite e carne ao longo do ano.

2.3 Silagem de milho

O milho apresenta elevado potencial de produção por área e características adequadas ao processo de ensilagem. Entre essas características destacam-se a produção de grãos na espiga, elevada digestibilidade da matéria seca, qualidade da porção fibrosa e teor de amido, atributos importantes para o rendimento quantitativo e qualitativo da silagem (SILVEIRA *et al.*, 2021).

A facilidade de plantio, a elevada produtividade e a boa aceitação pelos animais também contribuem para a ampla utilização do milho na alimentação de ruminantes (BERNARDES; RÊGO, 2014).

2.4 Exigências nutricionais e fisiologia do milho

O milho é uma cultura altamente exigente em nutrientes e responde positivamente ao fornecimento adequado de fertilizantes. A adubação contribui para atender à demanda metabólica elevada durante o ciclo e sustentar o potencial produtivo da planta (MARTINS *et al.*, 2016; MORTATE *et al.*, 2018).

Os estádios de desenvolvimento do milho são divididos em vegetativos (V) e reprodutivos (R). O período de estabelecimento, da germinação até aproximadamente V6, é importante para o desenvolvimento do sistema radicular. No estádio V3, a planta apresenta três folhas completamente expandidas e se encontra em fase importante para a definição de estruturas que contribuirão para o potencial produtivo.

2.5 Bioestimulantes e hormônios vegetais

Bioestimulantes aplicados exogenamente podem apresentar ações semelhantes às de grupos de hormônios vegetais. Entre os principais hormônios de uso exógeno encontram-se auxinas, giberelinas e citocininas (CASTRO; VIEIRA, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os bioestimulantes são produtos que contêm substâncias ou microrganismos capazes de estimular processos naturais das plantas, buscando melhorar eficiência nutricional, tolerância a estresses abióti-cos e qualidade das culturas (DU JARDIN, 2015). Estudos citados no TCC indicam resultados positivos de bioestimulantes no crescimento e na produtividade do milho (SILVA *et al.*, 2023; THOMÉ *et al.*, 2023).

As giberelinas desempenham papel importante no desenvolvimento vegetal, atuando na germinação, no alongamento dos entrenós e no desenvolvimento de estruturas reprodutivas. O ácido giberélico é utilizado para manipular o crescimento vegetal devido à sua capacidade

de estimular alongamento e divisão celular e intensificar a dominância apical (LOVIS *et al.*, 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi caracterizado como pesquisa de campo experimental de natureza qualiquantitativa e conduzido em uma propriedade localizada no município de Formoso, estado de Goiás, nas coordenadas aproximadas de latitude -13,76853 e longitude -48,944577. A área total conduzida para o estudo foi de 18 ha, ocupada por milho.

O experimento foi organizado em dois talhões de 9 ha. Em um deles foi realizada aplicação foliar de ácido giberélico na dose de 25 g ha^{-1}, utilizando produto com concentração de 400 g kg^{-1}, no estádio vegetativo V3. O outro talhão, de 9 ha, permaneceu sem aplicação de bioestimulante nessa fase e foi utilizado como testemunha, seguindo o manejo padrão da propriedade.

A aplicação foi realizada com pulverizador de arrasto com capacidade de 400 L e vazão de 200 L ha^{-1}. As avaliações foram realizadas 22 dias após a aplicação.

A estratégia de amostragem foi intencional, com seleção de pontos aleatórios dentro de cada talhão. Foram quantificadas plantas em áreas de 1 m^2, e as amostras de massa verde foram pesadas em campo com balanças digitais portáteis para estimar a produtividade.

Também foram realizadas medições de espessura do colmo e largura foliar com trena, além da coleta aleatória de espigas e plantas para avaliação do tamanho total da planta e peso das espigas. Para determinação do teor de matéria seca, amostras representativas da massa colhida foram submetidas à secagem em estufa.

Devido à utilização de talhões comerciais de 9 ha e à ausência de repetições experimentais independentes estruturadas, a análise dos resultados foi conduzida de forma estatística descritiva comparativa,

utilizando médias aritméticas das amostragens realizadas nos dois talhões. Assim, os percentuais apresentados representam diferenças observadas entre as áreas e não foram submetidos a testes inferenciais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de ácido giberélico no estádio V3 esteve associada a aumentos nas principais características biométricas e produtivas avaliadas. Os resultados comparativos encontram-se apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros agronômicos e produtivos do milho submetido ou não à aplicação de ácido giberélico no estádio V3.

Parâmetro	Sem ácido	Com ácido	Variação absoluta	Variação relativa
Altura da planta (m)	1,45	1,52	+0,07 m	+4,83%
Espessura do colmo (cm)	2,0	2,4	+0,4 cm	+20,00%
Largura da folha (cm)	6,2	7,1	+0,9 cm	+14,52%
Peso médio da espiga (g)	290	335	+45 g	+15,52%
Produtividade de matéria verde (t ha^{-1})	59,65	74,55	+14,90 t ha^{-1}	+24,98%
Teor de matéria seca (%)	30,00	26,00	-4,00 p.p.	-13,33%
Produtividade de matéria seca (t ha^{-1})	17,90	19,38	+1,48 t ha^{-1}	+8,31%

4.1 Parâmetros biométricos e desenvolvimento vegetativo

A altura média das plantas aumentou 4,83%, passando de 1,45 m na área testemunha para 1,52 m na área tratada. O maior incremento foi

observado na espessura do colmo, que passou de 2,0 para 2,4 cm, correspondente a 20,00%. A largura foliar também aumentou, de 6,2 para 7,1 cm, representando 14,52%.

Os resultados indicam estímulo do crescimento vegetativo na área tratada. Esse comportamento é compatível com a ação fisiológica atribuída às giberelinas, que participam do alongamento celular e do crescimento dos entrenós. Conforme Lovis *et al.* (2010), o ácido giberélico pode promover alongamento do caule, divisão celular e intensifica-ção da dominância apical.

O peso médio das espigas também apresentou aumento de 290 para 335 g, correspondente a 45 g ou 15,52%. Esse resultado sugere que o maior desenvolvimento vegetativo observado na área tratada foi acompanhado por incremento no componente reprodutivo avaliado.

4.2 Produtividade de matéria verde e seca da silagem

A produtividade de matéria verde alcançou 74,55 t ha^{-1} na área tratada, contra 59,65 t ha^{-1} na área testemunha. O incremento foi de 14,90 t ha^{-1}, equivalente a 24,98%. Esse foi o maior ganho relativo entre os parâmetros produtivos avaliados.

Em relação ao teor de matéria seca, a área testemunha apresentou 30,0%, enquanto a área tratada apresentou 26,0%, representando redução de 4 pontos percentuais. O trabalho relaciona essa redução ao crescimento acelerado e à maior hidratação dos tecidos vegetais após a aplicação do ácido giberélico.

Apesar da menor concentração de matéria seca, a maior produção de matéria verde resultou em aumento da quantidade absoluta de matéria seca por hectare. Na área tratada, a produtividade foi calculada em 19,38 t ha^{-1}, obtida pela multiplicação de 74,55 t ha^{-1} de matéria verde por 0,26. Na testemunha, a produtividade foi de 17,90 t ha^{-1}, correspondente a 59,65 t ha^{-1} de matéria verde multiplicados por 0,30.

Assim, a aplicação proporcionou ganho de aproximadamente 1,48 t ha^{-1} de matéria seca, ou 8,31%. Embora a concentração de matéria seca tenha sido menor, o aumento da massa total compensou essa redução e resultou em maior quantidade de matéria seca produzida por área.

4.3 Viabilidade agronômica

Os resultados obtidos indicam potencial agronômico para a utilização do ácido giberélico no estádio V3 como estratégia de incremento do rendimento do milho destinado à silagem. A resposta observada ocorreu sem aumento das doses usuais de fertilizantes de solo, o que reforça a possibilidade de utilização de reguladores de crescimento como ferramenta complementar de manejo.

A maior produtividade de matéria verde e o aumento da produtividade de matéria seca são resultados relevantes para sistemas pecuários que dependem da formação de estoque de forragem para o período seco. A resposta também está alinhada à literatura apresentada no TCC, que relaciona bioestimulantes à melhoria do crescimento e da produtividade vegetal.

Entretanto, por se tratar de comparação entre dois talhões comerciais sem repetições independentes, os resultados devem ser interpretados como evidência descritiva das condições específicas do experimento. A confirmação da magnitude do efeito do ácido giberélico requer experimentos com delineamento estatístico e repetições adequadas, além da avaliação de diferentes doses e condições ambientais.

CONCLUSÃO

A aplicação foliar de ácido giberélico na dose de 25 g ha^{-1}, realizada no estádio V3 do milho, proporcionou aumento nas características biométricas avaliadas, com destaque para a espessura do colmo, que

apresentou incremento de 20,00%, seguida pela largura foliar, altura das plantas e peso médio das espigas.

A produtividade de matéria verde aumentou de 59,65 para 74,55 t ha^{-1}, correspondendo a ganho de 24,98%. Embora o teor de matéria seca tenha diminuído de 30,00% para 26,00%, a produtividade de matéria seca aumentou de 17,90 para 19,38 t ha^{-1}, representando ganho de 8,31%.

Nas condições específicas avaliadas, os resultados indicam que o ácido giberélico apresenta potencial como ferramenta para otimizar a produção de milho destinado à silagem. Contudo, os dados devem ser interpretados de forma descritiva, considerando a ausên-cia de repetições experimentais independentes e de análise estatís-tica inferencial.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, v. 97, n. 3, p. 1852-1861, 2014.

CÂNDIDO, M. J. D.; FURTADO, R. N. *Estoque de forragem para a seca:* produção e utilização de silagem. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020.

CÉSAR, P. G.; FREDERICO, D. M. *Fisiologia da produção de milho*. EMBRAPA, 2006.

CHEN, L.; HAO, Z.; LI, K.; SHA, Y.; WANG, E.; SUI, X.; CHEN, W. Effects of growth-promoting rhizobacteria on maize growth and rhizosphere microbial community under conservation tillage in Northeast China. *Microbial Biotechnology*, v. 14, n. 2, p. 535-550, 2021.

CUNHA, O. F. R. *et al.* Utilização de silagem na nutrição animal. In: CÂNDIDO, M. J. *et al. Estoque de forragem para a seca:* produção e utilização da silagem. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, v. 196, p. 3-14, 2015.

LOVIS, A. A. *et al. Influência do ácido giberélico sobre a arquitetura de plantas de feijão no início de desenvolvimento*. Departamento de Agronomia, 2010.

MACÊDO, A. J. da S. *et al.* Microbiologia de silagens: revisão de literatura. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.

MARTINS, A. G. *et al.* Aplicação de bioestimulante em sementes de milho cultivado em solos de diferentes texturas. *Scientia Agraria Paranaensis*, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 4, p. 440-445, 2016.

MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F.; GONÇALVES, E. G. de S.; LIMA, M. W. de P. Resposta do milho (*Zea mays L.*) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, MS, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018.

NETO, D. D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agronômico de milho e feijão. *Bioscience Journal,* v. 30, n. 3, 2014.

OLIVEIRA, P. C. S. *et al.* Qualidade na produção de silagem de milho. *PUBVET*, Londrina, v. 8, n. 4, Ed. 253, Art. 1672, 2014.

PIONEER. *Silagem de milho:* fase do desenvolvimento. Pioneer, 2023.

SILVA, G. M. da *et al.* Fatores antiqualitativos em silagens: revisão. *Pub-Vet*, Maringá, v. 9, n. 12, p. 502-510, 2015.

SILVA, T. V. *et al.* Uso de bioestimulantes na cultura do milho (*Zea mays L.*): uma revisão. *Scientific Electronic Archives*, 2023.

SILVEIRA, E. S.; CARVALHO, M. N.; LIMA, B. B. de; OLIVEIRA, T. R. A. de; OLIVEIRA, G. H. F. de. Caracterização de diferentes classes genéticas de milho cultivados em região semiárida quanto ao potencial forrageiro. *Matéria*, v. 26, n. 4, p. 1-13, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

THOMÉ, S. E.; LIMA, S. F.; OLIVEIRA, I. C. D.; CONTARDI, L. M.; VENDRUSCOLO, E. P.; ANDRADE, M. G. D. O.; OLIVEIRA, J. J. D. Bioestimulantes aumentam o crescimento e a produtividade do milho de segunda safra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, p. 550-558, 2023.

Capítulo 6

DESENVOLVIMENTO DO PEPINO CAIPIRA (CUCUMIS SATIVUS) EM DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS

João Vitor Vieira

Gustavo Henrique Mendes Brito

Resumo: O pepino (*Cucumis sativus L.*) possui expressiva relevância econômica e social para a horticultura brasileira, destacando-se como uma das principais hortaliças cultivadas e consumidas no país. Este trabalho avaliou o efeito de diferentes tipos de substratos – húmus, esterco bovino curtido e areia – no desenvolvimento do pepino caipira, considerando variáveis de crescimento inicial e componentes de produção. O experimento foi conduzido em propriedade rural no município de Porangatu, Goiás, em ambiente protegido, entre 21 de março e 31 de maio de 2026. Foram utilizados seis baldes como unidades experimentais, sendo dois para cada tratamento, com duas covas de semeadura por recipiente. Durante o ciclo não foram utilizados fertilizan-tes minerais, corretivos, defensivos agrícolas ou outros compostos químicos. O substrato à base de húmus proporcionou germinação mais precoce, maior número de folhas e desenvolvimento vegetativo inicial mais rápido. Entretanto, o esterco bovino apresentou o melhor desempenho produtivo ao final do ciclo, com média de 9 frutos por planta, aproximadamente 19 cm de comprimento, 28 cm de diâmetro e 700 g por fruto, além de maior comprimento final das plantas, de aproximadamente 1,63 m. O húmus apresentou média de cinco frutos por planta, com 14 cm de comprimento, 24 cm de diâmetro e 395 g por fruto, enquanto a areia apresentou quatro frutos, 11 cm, 23 cm e 143 g, respectivamente. Conclui-se que, nas condições avaliadas, o esterco bovino curtido proporcionou o melhor desempenho produtivo, enquanto o húmus favoreceu principalmente o desenvolvimento vegetativo inicial.

Palavras-chave: Pepino. Substrato. Húmus. Esterco bovino. Desenvolvimento. produtividade.

Abstract: Cucumber (*Cucumis sativus L.*) has significant economic and social importance for Brazilian horticulture. This study evaluated the effect of different substrates – humus, cured cattle manure, and sand – on the development of field cucumber, considering initial growth and production components. The experiment was conducted on a rural property in Porangatu, Goiás, under protected conditions, from March 21 to May 31, 2026. Six plastic buckets were used as experimental units, two for each treatment, with two planting pits per container. No mineral fertilizers, soil amendments, pesticides, or other chemical compounds were applied during the crop cycle. The humus-based substrate promoted earlier germination, a greater number of leaves, and faster initial vegetative development. However, cured cattle manure showed the best final productive performance, with an average of 9 fruits per plant, approximately

19 cm in length, 28 cm in diameter, and 700 g per fruit, as well as the greatest final plant length, approximately 1.63 m. Humus produced an average of five fruits per plant, with 14 cm in length, 24 cm in diameter, and 395 g per fruit, while sand produced four fruits, measuring 11 cm, 23 cm, and 143 g, respectively. Under the conditions evaluated, cured cattle manure provided the best productive performance, whereas humus mainly favored initial vegetative development.

Keywords: Cucumber. Substrate. Humus. Cattle manure. Development. Productivity.

1. INTRODUÇÃO

O pepino caipira (*Cucumis sativus L.*) apresenta características agrícolas que o tornam uma cultura valorizada, especialmente em sistemas de horticultura intensiva. Segundo Silva *et al.* (2020), o pepino apresenta elevado potencial produtivo e bom desempenho em sistemas intensivos quando são adotadas práticas adequadas de manejo, condução e adubação.

Trata-se de uma planta trepadora de crescimento indeterminado, que necessita de manejo contínuo. O pepino tipo caipira apresenta frutos longos, de coloração verde-escura, triloculados, com espinhos bran-cos e boa aceitação comercial (TRANI; FILGUEIRA, 2011). A hortaliça apresenta ainda elevado teor de água, além de vitaminas, fibras e baixo valor calórico.

O substrato exerce papel fundamental no desenvolvimento inicial das plantas, influenciando o vigor e a uniformidade das mudas. Suas condições físicas e químicas interferem na disponibilidade de água, oxigenação, fertilidade e desenvolvimento radicular, podendo afetar positiva ou negativamente o desempenho da cultura.

Entre os materiais utilizados no cultivo, destacam-se o húmus, a areia e o esterco bovino curtido, que apresentam diferenças quanto à

composição, retenção de água e disponibilidade de nutrientes. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento do pepino caipira em diferentes tipos de substratos, comparando características vegetativas e produtivas e identificando o material que proporcionou melhor desempenho nas condições avaliadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento do pepino depende das propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato. O material utilizado deve fornecer suporte físico, possibilitar drenagem adequada, disponibilizar nutrientes e manter condições favoráveis de aeração.

Em sistemas de produção de hortaliças, especialmente em pequenas propriedades, o custo de aquisição de substratos comerciais pode reduzir a rentabilidade da atividade. Dessa forma, a utilização de materiais alternativos e orgânicos pode representar uma estratégia para reduzir custos e aproveitar recursos disponíveis na propriedade (CARRIJO *et al.*, 2002).

O húmus apresenta elevada concentração de matéria orgânica e é utilizado como fertilizante orgânico. Sua aplicação pode melhorar propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, favorecer a disponibilidade de nutrientes, aumentar a retenção de água e contribuir para o desenvolvimento radicular (GLÊIDSON *et al.*, 2011).

A areia é utilizada na horticultura principalmente por suas características físicas, apresentando boa aeração e drenagem, mas baixa retenção de água, nutrientes e matéria orgânica. Por essas características, também é empregada em experimentos para avaliação de diferentes manejos nutricionais e hídricos (KÄMPF, 2000).

O esterco bovino curtido é amplamente utilizado como componente de substratos devido ao conteúdo de matéria orgânica e à capacidade de fornecer nutrientes. Compostos orgânicos produzidos com

esterco podem melhorar condições químicas, físicas e biológicas do solo, além de favorecer o desenvolvimento das plantas (ALCÂNTARA *et al.*, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no município de Porangatu, Goiás, em uma área destinada à produção de hortaliças. A pesquisa foi desenvolvida em uma horta instalada em ambiente protegido, proporcionando maior controle das condições ambientais. A área experimental está localizada nas coordenadas 13º26'31,0" S e 49º07'53,7" W.

O estudo foi iniciado em 21 de março de 2026, com a implantação dos tratamentos, e finalizado em 31 de maio de 2026, período em que foram realizadas avaliações periódicas do desenvolvimento das plantas e coleta dos dados.

Foram utilizados recipientes plásticos (baldes) como unidades experimentais. Foram empregados dois baldes para cada tratamento, correspondentes aos substratos húmus, esterco bovino curtido e areia, totalizando seis unidades experimentais. Cada balde recebeu duas covas de semeadura, com três a quatro sementes por cova, visando favorecer a emergência e o estabelecimento das plantas.

Durante todo o ciclo, não foram aplicados fertilizantes minerais, corretivos, defensivos agrícolas ou outros compostos químicos. Assim, o desenvolvimento ocorreu sob a influência das características de cada substrato.

Foram acompanhadas características de desenvolvimento inicial e vegetativo, incluindo germinação, número de folhas, crescimento das plantas, vigor, início da floração e comprimento final. Na fase produtiva, foram avaliados o número de frutos, comprimento, diâmetro e massa média dos frutos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram diferenças no desenvolvimento do pepino caipira entre os substratos. Na primeira semana após o plantio, o húmus apresentou a emergência das plântulas, enquanto os tratamentos com esterco e areia iniciaram a germinação aproximadamente duas semanas após o plantio.

Na terceira semana, as plantas cultivadas em húmus continuaram apresentando desenvolvimento superior, com maior crescimento vegetativo e aproximadamente oito folhas por planta. Nos tratamentos com esterco e areia, foram observadas, em média, quatro folhas por planta.

Um mês após o plantio, o húmus ainda apresentava maior desenvolvimento vegetativo e maior número de folhas, além de ter alcançado o estágio de floração antes dos demais tratamentos. Entretanto, posteriormente, o esterco e a areia também iniciaram a floração e se aproximaram do desenvolvimento observado no húmus.

Na fase produtiva, observou-se mudança no desempenho relativo entre os tratamentos. O esterco bovino apresentou a maior produção, com média de 9 frutos por planta, aproximadamente 19 cm de comprimento, 28 cm de diâmetro e 700 g de massa por fruto. Esse resultado caracterizou o esterco como o tratamento de maior desempenho produtivo.

O húmus apresentou média de cinco frutos por planta, com aproximadamente 14 cm de comprimento, 24 cm de diâmetro e 395 g de massa por fruto. Embora tenha promovido o desenvolvimento vegetativo inicial mais rápido, não apresentou a maior produtividade ao final do ciclo.

A areia apresentou os menores valores entre os tratamentos, com média de quatro frutos por planta, aproximadamente 11 cm de comprimento, 23 cm de diâmetro e 143 g de massa por fruto.

Os resultados de produção estão sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1. Produção e características dos frutos de pepino caipira nos diferentes substratos.

Substrato	Nº de frutos	Comprimento	Diâmetro	Massa/fruto
Esterco bovino	9	19 cm	28 cm	700 g
Húmus	5	14 cm	24 cm	395 g
Areia	4	11 cm	23 cm	143 g

Quanto ao crescimento final, as plantas cultivadas em esterco bovino apresentaram o maior comprimento, atingindo aproximadamente 1,63 m. O húmus apresentou comprimento médio de 1,36 m, enquanto a areia atingiu aproximadamente 1,22 m. Dessa forma, o esterco apresentou o maior crescimento em comprimento, seguido pelo húmus e pela areia.

A diferença entre o desempenho inicial e final dos tratamentos evidencia que maior velocidade de germinação e crescimento vegetativo inicial não necessariamente resulta em maior produção de frutos. O húmus favoreceu o estabelecimento e o crescimento inicial, mas o esterco apresentou melhor resposta ao longo do ciclo e maior desempenho produtivo.

CONCLUSÃO

O substrato à base de húmus proporcionou o desenvolvimento vegetativo inicial mais rápido, com germinação antecipada, maior número de folhas e entrada precoce na fase de floração. Entretanto, esse desempenho inicial não se refletiu em maior produtividade de frutos.

O substrato à base de esterco bovino curtido apresentou desenvolvimento inicial mais lento, mas evoluiu ao longo do ciclo e proporcionou o melhor desempenho produtivo, com maior número, comprimento, diâmetro e massa dos frutos, além do maior comprimento final das plantas.

A areia apresentou desenvolvimento vegetativo adequado, porém apresentou o menor desempenho produtivo entre os tratamentos avaliados.

Nas condições deste experimento, o esterco bovino curtido foi o substrato que proporcionou o melhor desempenho final para a produção do pepino caipira, enquanto o húmus se destacou principalmente no desenvolvimento vegetativo inicial.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A. de; RIZZO, P. V.; MATOS, G. R.; *et al. Composto orgânico à base de esterco bovino:* como fazer? Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018.

CARRIJO, D. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

EDSON, F. S.; ENIO, G. F. S.; MANOEL, G. S.; MICHELLE, J. G. A.; AURÉLIO, P. B. J.; LINDOMAR, M. S.; THIAGO, P. S. *ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v. 10, n. 3, p. 93-99, jul./set. 2014.

GLÊIDSON, B. G.; DJANGO, J. D.; WILDJAIME, B. M. A.; ISABEL, G. C. M.; VANDER, M. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável:* Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA). ISSN 1981-8203, Mossoró, RN, v. 6, n. 4, p. 125-131, out./dez. 2011.

KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Org.). *Substrato para plantas:* a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênesis, 2000.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, suplemento, p. 162-163, 2000.

ROTILI, A. L.; TORRES, L. C. Avaliação do desenvolvimento de mudas de pepino japonês (*Cucumis sativus L.*) em diferentes substratos. *Brazilian Journal of Development*, v. 11, n. [informação incompleta no TCC].

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, M. A.; SANTOS, L. F. Desempenho agronômico do pepino japonês em sistema de cultivo intensivo. *Revista Brasileira de Horticultura*, v. 38, n. 2, p. 145-152, 2020.

TRANI, P. E.; FILGUEIRA, F. A. R. *A cultura do pepino*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. 41 p. (Circular Técnica, 113).



Capítulo 7

ANÁLISE DA ARQUITETURA DAS PLANTAS DE SOJA E RESPECTIVAS PRODUTIVIDADES EM RESPOSTA A DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS NA REGIÃO NORTE DE GOIÁS

Julia Caroline Ferreira Amorim

Cinthia Ohana Marques Neves

Resumo: Este trabalho avaliou a influência de diferentes densidades populacionais na arquitetura e na produtividade da cultivar de soja Olimpo no Norte de Goiás. O experimento foi conduzido sob condições de campo no munici-pio de Porangatu-GO, consistindo em quatro parcelas de observação direta com populações de 6, 10, 15 e 18 plantas por metro linear, sem repetições de campo estruturadas. Foram avaliadas 10 plantas por parcela, consideradas unidades de amostragem. As características morfológicas vegetativas (altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de hastes e número de nós por planta) não apresentaram diferenças discrepantes entre as densi-dades de plantas, evidenciando estabilidade física e plasticidade da cultivar. No entanto, o número de vagens nas hastes secundárias, o número total de vagens por planta e a produtividade de grãos apresentaram respostas sensíveis de acordo com a densidade. A densidade de 6 plantas por metro apresentou a maior produtividade observada (5.352,25 kg ha^{-1}), seguida por 10 plantas por metro (4.950,00 kg ha^{-1}), 15 plantas por metro (4.348,25 kg ha^{-1}) e 18 plan-tas por metro (3.526,25 kg ha^{-1}), refletindo uma tendência de decréscimo pro-dutivo à medida que se adensou a população nas condições experimentadas. Esse comportamento sinaliza estar relacionado à compensação biológica da planta sob menor competição, resultando em maior desenvolvimento repro-dutivo de ramos secundários (29,75 vagens por planta na menor densidade). Conclui-se que a densidade de 6 plantas por metro proporcionou a melhor res-posta em rendimento e plasticidade arquitetônica nas condições locais deste ensaio de observação.

Palavras-chave: *Glycine max*. Arquitetura de plantas. Densidade populacional. Produtividade. Soja.

Abstract: This study evaluated the influence of different plant population densities on the plant architecture and grain yield of the soybean cultivar Olimpo in Northern Goiás, Brazil. The field trial was conducted in Porangatu-GO, consisting of four direct observation plots with final populations of 6, 10, 15, and 18 plants per linear meter, with no structured field replications. Ten representative plants per plot were evaluated as sampling units. Vegetative traits (plant height, first pod height, number of stems, and nodes) showed no major differences among plant densities, indicating morphological stability and phenotypic plasticity of cultivar Olimpo. However, lateral branch pod number, total pods per plant, and grain yield were highly sensitive to changes in density. The

density of 6 plants/meter achieved the highest observed yield of 5,352.25 kg ha^{-1}, followed by 10 plants/meter (4,950.00 kg ha^{-1}), 15 plants/meter (4,348.25 kg ha^{-1}), and 18 plants/meter (3,526.25 kg ha^{-1}), showing a decreasing yield trend with increased plant density under the experimental conditions. This behavior appears to be related to the individual plant biological compensation mechanism under lower competition, leading to higher reproductive pod development on lateral stems (29.75 pods per plant in the lowest density). Under the conditions in which the trial was conducted, the density of 6 plants per meter achieved the highest yield and best reproductive performance.

Keywords: *Glycine max*. Plant architecture. Population density. Soybean yield. Soybean.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem grande relevância para o agronegócio brasileiro, sendo uma das principais culturas responsáveis pela geração de renda e pela participação do país no mercado internacional de grãos. Ao longo dos anos, avanços tecnológicos e melhorias no manejo contribuíram para o aumento da produtividade, consolidando a soja como uma cultura estratégica no setor agrícola (CONAB, 2023; EMBRAPA, 2022).

Apesar desses avanços, a produtividade da soja é resultado da interação entre fatores ambientais, genéticos e de manejo. Entre esses fatores, destaca-se a arquitetura das plantas, que exerce influência direta no desempenho produtivo. Características como altura da planta, inserção das vagens, número de ramos e quantidade de estruturas reprodutivas interferem tanto na capacidade produtiva quanto na eficiência da colheita mecanizada (EMBRAPA, 2013; SEDIYAMA *et al.*, 2015).

Segundo Silva *et al.* (2021), a população de plantas e o espaçamento entre linhas podem promover alterações na arquitetura das plantas de soja e nos componentes de produção, influenciando o desempenho produtivo da cultura. Silveira *et al.* (2021) também destacam

que diferentes arranjos espaciais podem modificar o comportamento agronômico da soja e sua produtividade. Nesse sentido, características como altura das plantas, posição das vagens em relação ao solo e distribuição das estruturas reprodutivas são importantes para o desempenho da cultura e para a eficiência da colheita mecanizada. Oliveira, Knies e Wolffenbüttel (2022) verificaram que o arranjo espacial das plantas pode influenciar a produtividade da soja, enquanto Carvalho *et al.* (2023) demonstraram que alterações na população de plantas podem modificar características produtivas da cultura cultivada em condições de Cerrado. Assim, o número de vagens por planta constitui uma característica importante na formação da produtividade, sendo influenciado pelas condições de cultivo e pela distribuição das plantas na área.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da soja no Brasil

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas agrícolas de maior relevância econômica no Brasil, ocupando posição de destaque no agronegócio nacional e internacional. O crescimento da produção brasileira nas últimas décadas está associado à expansão das áreas cultivadas, ao desenvolvimento de cultivares adaptadas às diferentes regi-ões do país e à adoção de tecnologias de manejo mais eficientes. Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de soja, contribuindo significativamente para a geração de renda, empregos e divisas para a economia nacional (CONAB, 2023).

A importância da soja não se restringe apenas à produção de grãos. A cultura também desempenha papel fundamental na cadeia produtiva de alimentos, sendo utilizada na fabricação de óleo vegetal, farelo para alimentação animal e biocombustíveis. Além disso, a soja

possui elevada capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, o que possibilita seu cultivo em diversas regiões brasileiras, incluindo o Cerrado, onde se concentra grande parte da produção nacional (EMBRAPA, 2022).

No Norte de Goiás, a cultura da soja tem se consolidado como uma das principais atividades agrícolas, devido às condições favoráveis de solo e clima. A região apresenta temperaturas adequadas, boa disponibilidade de radiação solar e regime pluviométrico compatível com o desenvolvimento da cultura, fatores que contribuem para o elevado potencial produtivo das lavouras (EMBRAPA, 2013).

2.2 Arquitetura da planta de soja

A arquitetura da planta de soja refere-se ao conjunto de características morfológicas que determinam a forma, a estrutura e a disposição dos órgãos da planta. Entre essas características, destacam-se a altura da planta, o número de ramos, a disposição das folhas, a altura de inserção da primeira vagem e a quantidade de estruturas reprodutivas. Esses atributos são influenciados por fatores genéticos, ambientais e de manejo, podendo variar conforme a cultivar e as condições de cultivo (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

A altura da planta é um dos principais componentes da arquitetura, pois está diretamente relacionada à interceptação de luz, ao desenvolvimento vegetativo e à resistência ao acamamento. Plantas muito baixas podem apresentar menor capacidade de competição por luz, enquanto plantas excessivamente altas podem sofrer acamamento, dificultando a colheita mecanizada e aumentando as perdas de grãos (TAIZ *et al.*, 2017).

Outro aspecto importante é a altura de inserção da primeira vagem. Vagens inseridas muito próximas ao solo podem não ser recolhidas pela plataforma de corte durante a colheita, resultando em

perdas significativas de produtividade. Por essa razão, a seleção de cultivares e o manejo que favoreçam uma inserção adequada das vagens são estratégias essenciais para aumentar a eficiência da colheita mecanizada (EMBRAPA, 2013).

O número de ramos por planta também influencia a produtividade da soja, uma vez que os ramos podem contribuir para a formação de vagens e grãos. Plantas com maior capacidade de ramificação tendem a apresentar maior número de estruturas reprodutivas, especialmente quando cultivadas em populações menos adensadas, onde há maior disponibilidade de espaço e luz (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

2.3 Componentes da produtividade da soja

A produtividade da soja é determinada pela interação de diversos componentes, entre os quais se destacam o número de plantas por área, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa de mil sementes. Esses componentes são formados ao longo do ciclo da cultura e podem ser influenciados pelas condições ambientais e pelas práticas de manejo adotadas (EMBRAPA, 2013).

O número de vagens por planta é considerado um dos componentes mais importantes da produtividade, pois está diretamente relacionado à capacidade da planta de converter recursos disponíveis em estruturas reprodutivas. O manejo adequado da população de plantas e da fertilidade do solo pode favorecer o aumento do número de vagens e, consequentemente, da produtividade (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

O número de grãos por vagem é outro componente relevante, embora apresente menor variação em comparação ao número de vagens por planta. Esse parâmetro é influenciado principalmente por fatores genéticos e pelas condições ambientais durante a fase de florescimento e formação das vagens (TAIZ *et al.*, 2017).

A massa de mil sementes também exerce influência significativa sobre o rendimento final da cultura. Esse parâmetro reflete o enchimento dos grãos e a disponibilidade de assimilados durante a fase reprodutiva. Valores elevados de massa de mil sementes indicam bom desenvolvimento dos grãos e contribuem para o aumento da produtividade (EMBRAPA, 2013).

2.4 Arranjo populacional e densidade de plantas

O arranjo populacional da soja compreende a distribuição espacial das plantas na área cultivada, incluindo a densidade de semeadura e o espaçamento entre linhas. A definição do arranjo populacional adequado é fundamental para otimizar o aproveitamento dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes, e maximizar a produtividade da cultura (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

Populações muito elevadas podem aumentar a competição entre as plantas, reduzindo o desenvolvimento de ramos e a formação de vagens por planta. Por outro lado, populações muito baixas podem resultar em menor número de plantas por área, comprometendo o rendimento final da lavoura. Assim, o equilíbrio entre densidade e espaçamento é essencial para obter uma arquitetura de planta favorável e elevada produtividade (EMBRAPA, 2013).

Estudos têm demonstrado que a soja possui grande plasticidade fenotípica, ou seja, capacidade de modificar sua arquitetura em resposta às condições de cultivo. Em populações menos adensadas, as plantas tendem a aumentar a ramificação e o número de vagens por planta, compensando parcialmente a menor densidade de plantas. Já em populações mais adensadas, observa-se maior competição por luz, o que pode resultar em plantas mais altas e com menor número de ramos (TAIZ *et al.*, 2017).

2.5 Relação entre arquitetura e produtividade

A relação entre a arquitetura da planta e a produtividade da soja tem sido amplamente estudada, uma vez que características morfológicas podem influenciar diretamente o desempenho produtivo da cultura. Plantas com arquitetura equilibrada apresentam melhor distribui-ção de luz no dossel, maior eficiência fotossintética e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis (TAIZ *et al.*, 2017).

A altura da planta, o número de ramos e a inserção das vagens são características que podem favorecer ou limitar a produtividade. Plantas com altura adequada e boa distribuição de vagens tendem a apresentar maior potencial produtivo, além de facilitar a colheita mecanizada (EMBRAPA, 2013).

No presente estudo, a avaliação da arquitetura das plantas de soja em diferentes arranjos populacionais permite compreender como essas características morfológicas influenciam a produtividade da cultura. A análise de variáveis como altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens e massa de mil sementes fornece informações importantes para o aprimoramento do manejo da soja no Norte de Goiás (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

2.6 Influência dos fatores ambientais na arquitetura da soja

Os fatores ambientais exercem grande influência sobre a arquitetura da planta de soja e, consequentemente, sobre sua produtividade. A disponibilidade de água, a temperatura, a radiação solar e a fertilidade do solo são elementos que podem alterar o crescimento vegetativo e reprodutivo da cultura (TAIZ *et al.*, 2017).

A radiação solar é um dos principais fatores responsáveis pela fotossíntese e pela produção de assimilados. Plantas que recebem maior quantidade de luz apresentam maior capacidade de produzir

biomassa e formar estruturas reprodutivas. Por essa razão, a distribuição adequada das plantas na área cultivada é fundamental para garantir boa interceptação de luz pelo dossel (TAIZ *et al.*, 2017).

A disponibilidade de água também influencia diretamente o desenvolvimento da soja. Períodos de déficit hídrico durante as fases de florescimento e enchimento de grãos podem reduzir o número de vagens, o número de grãos por vagem e a massa de mil sementes, comprometendo a produtividade final da cultura (EMBRAPA, 2013).

A fertilidade do solo é outro fator determinante para o crescimento da soja. Solos com adequada disponibilidade de nutrientes favorecem o desenvolvimento radicular, a formação de ramos e a produção de vagens, contribuindo para o aumento da produtividade (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

Dessa forma, a compreensão da interação entre arquitetura da planta, arranjo populacional e fatores ambientais é essencial para o desenvolvimento de estratégias de manejo que visem maximizar a produtividade da soja em diferentes condições de cultivo (EMBRAPA, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no município de Porangatu, localizado na região Norte do estado de Goiás, sob as coordenadas geográficas aproximadas de 13º26’27” S e 49º08’55” W. A área experimental situava-se próxima à entrada do sistema de irrigação por pivô central de uma propriedade agrícola comercial da região. A semeadura da cultivar de soja Olimpo, de hábito de crescimento determinado e ciclo médio, foi realizada no dia 07 de dezembro, sob condições naturais de desenvolvimento.

A região de Porangatu apresenta o tipo climático Aw (tropical com estação seca de inverno), de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. A altitude média da localidade é de aproximadamente 390 metros

acima do nível do mar. As temperaturas médias anuais situam-se em torno de 26 ºC, caracterizando alta disponibilidade térmica e radiação solar expressiva. O regime pluviométrico apresenta precipitação média anual acumulada entre 1.300 mm e 1.500 mm, concentrando o período chuvoso entre outubro e abril, enquanto maio a setembro correspondem ao período de estiagem severa.

O desenho experimental consistiu em ensaio de observação direta, sem montagem de blocos ao acaso ou repetições de campo estruturadas por tratamento. Foram demarcadas quatro parcelas experimentais simples, cada uma com uma densidade populacional distinta: 6, 10, 15 e 18 plantas por metro linear. Cada parcela apresentou comprimento longitudinal de 15 metros.

As avaliações morfológicas foram conduzidas exclusivamente nas três linhas internas centrais de cada parcela. Em cada uma das quatro parcelas, foram marcadas aleatoriamente 10 plantas representativas, consideradas unidades de amostragem direta e não repetições estatísticas experimentais, totalizando 40 plantas individuais.

As variáveis avaliadas foram: altura da planta; altura de inserção da primeira vagem; número de hastes por planta; número de nós reprodutivos na haste principal; número de nós reprodutivos nas hastes secundárias; número total de nós reprodutivos; número total de nós por planta; número de vagens viáveis na haste principal; número de vagens viáveis nas hastes secundárias; número total de vagens por planta; número de grãos por vagem; massa de mil sementes; e produtividade estimada de grãos.

A amostragem resultou na avaliação física direta de 3.370 vagens férteis, distribuídas entre os tratamentos: 1.002 vagens na parcela de 6 plantas/m, 927 na de 10 plantas/m, 808 na de 15 plantas/m e 633 na de 18 plantas/m.

Em virtude do delineamento de observação em parcelas simples, sem repetições físicas de blocos, os dados foram submetidos

estritamente à análise estatística descritiva. Foram calculadas médias aritméticas e variações percentuais relativas entre as densidades, tomando como referência a menor densidade, de 6 plantas por metro. Não foram realizados testes de hipóteses, como ANOVA ou Tukey, nem correlações inferenciais, pois a ausência de repetições físicas impede a estimativa do erro experimental residual.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados demonstram que as diferentes densidades populacionais influenciaram de forma diferenciada as variáveis morfológicas e reprodutivas da cultivar Olimpo. A caracterização descritiva sugere maior estabilidade dos caracteres associados ao crescimento vegetativo, enquanto parâmetros reprodutivos ligados ao rendimento final de grãos apresentaram tendências de alteração mais nítidas.

4.1 Arquitetura das plantas

A altura de plantas apresentou médias de 102,50 cm para 6 pl/m, 92,50 cm para 10 pl/m, 100,00 cm para 15 pl/m e 107,00 cm para 18 pl/m. A flutuação dos valores indica que não houve tendência linear definida de aumento ou diminuição contínua da altura com a elevação da densidade nas condições experimentadas. Em relação à densidade de 6 pl/m, as variações foram de -9,76%, -2,44% e +4,39% para 10, 15 e 18 pl/m, respectivamente.

A altura de inserção da primeira vagem variou entre 5,75 cm e 7,00 cm, mantendo-se em 6,50 cm nas densidades de 6 e 18 pl/m. Descritivamente, não se observou tendência consistente de elevação da primeira vagem provocada pelo adensamento.

O número de hastes secundárias diminuiu com o aumento da densidade, passando de 4,50 hastes por planta em 6 pl/m para 3,25 em 10 pl/m, 3,50 em 15 pl/m e 3,00 em 18 pl/m. Na maior densidade, a redução em relação a 6 pl/m foi de 33,33%. O número total de nós por planta também apresentou redução descritiva, de 27,75 para 23,75 nós, enquanto os nós reprodutivos totais passaram de 20,50 para 17,25.

O número de nós reprodutivos na haste principal permaneceu praticamente estável, em 13,00 nós nas densidades de 6 e 18 pl/m. Em contrapartida, os nós reprodutivos nas hastes secundárias reduziram-se de 7,50 para 4,25, correspondendo a diminuição descritiva de 43,33%. Esse comportamento sugere maior sensibilidade das estruturas laterais à competição associada ao adensamento.

4.2 Produção de vagens

O número de vagens na haste principal apresentou menor variação, com médias de 27,50 na densidade de 6 pl/m, 31,75 em 10 pl/m, 26,25 em 15 pl/m e 30,25 em 18 pl/m. Já o número de vagens nas hastes secundárias mostrou redução mais expressiva, passando de 29,75 vagens por planta em 6 pl/m para 15,75 em 10 pl/m, 16,50 em 15 pl/m e 15,50 em 18 pl/m.

Em relação à menor densidade, a produção de vagens nas hastes secundárias apresentou redução de 47,06% em 10 pl/m, 44,54% em 15 pl/m e 47,89% em 18 pl/m. O resultado evidencia, de forma descritiva, maior sensibilidade das estruturas reprodutivas laterais ao aumento da população de plantas.

O número total de vagens por planta foi de 57,25 em 6 pl/m, 47,50 em 10 pl/m, 42,75 em 15 pl/m e 45,75 em 18 pl/m. Embora não tenha ocorrido redução linear entre todas as densidades, o tratamento de menor população apresentou o maior número total de vagens por planta.

4.3 Produtividade de grãos

A produtividade estimada apresentou tendência descritiva de declínio à medida que a densidade populacional aumentou de 6 para 18 plantas por metro linear. A maior produtividade observada foi de 5.352,25 kg ha^{-1} na densidade de 6 pl/m. Nas densidades seguintes foram registradas 4.950,00 kg ha^{-1} em 10 pl/m, 4.348,25 kg ha^{-1} em 15 pl/m e 3.526,25 kg ha^{-1} em 18 pl/m.

Em relação à menor densidade, as reduções descritivas foram de 7,51% em 10 pl/m, 18,76% em 15 pl/m e 34,12% em 18 pl/m. A queda da produtividade acompanhou principalmente a redução da formação de vagens nas hastes secundárias e do número total de vagens por planta.

Nas condições observadas, a menor competição intraespecífica na densidade de 6 pl/m parece ter favorecido o desenvolvimento de ramos e estruturas reprodutivas laterais, permitindo maior rendimento individual. Em densidades superiores, o maior adensamento pode ter intensificado a competição por luz e outros recursos, limitando a produção de estruturas reprodutivas por planta.

Por outro lado, o número de grãos por vagem apresentou médias entre 2,33 e 2,71, enquanto a massa de mil sementes variou de 172,00 a 174,75 g. Esses parâmetros apresentaram comportamento relativamente estável entre as densidades, indicando menor alteração descritiva em comparação aos componentes relacionados à ramificação e à formação de vagens.

4.4 Síntese dos resultados

A densidade de 6 pl/m apresentou, simultaneamente, o maior número de vagens nas hastes secundárias (29,75 vagens por planta), o maior número total de vagens por planta (57,25) e a maior produtividade observada (5.352,25 kg ha^{-1}). O aumento da população reduziu

principalmente a contribuição das estruturas laterais, enquanto altura, inserção da primeira vagem, número de grãos por vagem e massa de mil sementes apresentaram menor variação descritiva.

CONCLUSÃO

Nas condições do ensaio de campo conduzido em Porangatu, região Norte de Goiás, a cultivar de soja Olimpo demonstrou plasticidade fenotípica, mantendo relativa estabilidade em características de crescimento vegetativo sob diferentes densidades populacionais.

O número de vagens nas hastes secundárias e o número total de vagens por planta apresentaram maior sensibilidade à variação da densidade. A menor população, de 6 plantas por metro, favoreceu maior desenvolvimento reprodutivo lateral.

As variáveis número de grãos por vagem e massa de mil sementes apresentaram comportamento descritivamente estável entre as densidades avaliadas.

A densidade de 6 plantas por metro linear apresentou a maior produtividade observada, de 5.352,25 kg ha^{-1}, seguida por 10, 15 e 18 plan-tas por metro. Entretanto, por se tratar de ensaio de observação direta, sem repetições físicas estruturadas, os resultados devem ser interpre-tados como tendências descritivas para as condições locais avaliadas, não como evidência inferencial generalizável.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JUNIOR, A. A.; OLIVEIRA, M. C. N. de; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; ZUCARELI, C.; FERREIRA, A. S.; WERNER, F. Phenotypic plasticity in a soybean cultivar with indeterminate growth type. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 53, n. 9, p. 1038-1044, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2018.v53.25226.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; SANTOS, E. L. dos; COELHO, A. E.; AGASSI, V. J.; CHICOWSKI, A. S. *Agrupamento de plantas de soja na linha de semeadura*. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 146).

CARVALHO, F. L. de C.; PELÚZIO, J. M.; HACKENHAAR, C.; SANTOS, D. B. R. dos; SILVA, I. L. da; JORGE, V. S. População de plantas no rendimento de óleo e proteína em soja cultivada no cerrado. *Revista em Agronegó-cio e Meio Ambiente*, Maringá, v. 16, n. 1, p. 1-20, 2023. DOI: https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n1e9339.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos:* safra 2022/23. Brasília, DF: CONAB, v. 10, n. 12, 12. levantamento, set. 2023.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Tecnologias de produção de soja*. Londrina: Embrapa Soja, 2013. (Sistemas de Produção, 16).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Soja em números*. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivo/soja-em-numeros.

HEIFFIG, L. S. *et al.* Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006. DOI: 10.1590/S0006-87052006000200010.

MAUAD, M. *et al.* Altura de inserção da primeira vagem e componentes de produção da soja sob diferentes populações de plantas. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 57, n. 4, p. 490-496, 2010.

OLIVEIRA, Z. B. de; KNIES, A. E.; WOLFFENBÜTTEL, S. Influence of plant spatial arrangement and water supplementation on soybean productivity. *Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas*, v. 16, 2022. DOI: https://doi.org/10.18011/bioeng.2022.v16.1055.

PEIXOTO, C. P. *et al.* Análise de crescimento de duas cultivares de soja sob diferentes densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 477-483, 2000.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. *Soja:* do plantio à colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 333 p.

SILVA, A. G. da; MARTINS, P. D. de S.; CARMO, E. L. do; PROCÓPIO, S. de O.; ANDRADE, C. L. L. de; CALDAS, J. V. S.; FERREIRA JÚNIOR, J. C. Influência do espaçamento entrelinhas e da população de plantas a uma cultivar de soja de hábito de crescimento indeterminado. *Nucleus*, Ituverava, v. 18, n. 1, p. 43-61, 2021. DOI: https://doi.org/10.3738/1982.2278.3857.

SILVEIRA, D. A.; SILVEIRA, B. B.; PRETE, C. E. C.; BAHRY, C. A.; NARDINO, M. Agronomic performance of soybean with indeterminate growth habit in different plant arrangements. *Communications in Plant Sciences*, v. 11, p. 9-21, 2021. DOI: https://doi.org/10.26814/cps2021002.

SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; BOLZAN, J. M.; KUHNEM JUNIOR, P. R. Relationship between plant density and soybean Roundup ReadyTM genotypes. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Capítulo 8

EFICIÊNCIA DE *ISARIA FU□OSOROSEA* NO CONTROLE DE *BE□ISIA TABACI* NA CULTURA DA SOJA EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Antonio Paulo Dias da Silva

Cinthia Ohana Marques Neves

Resumo: A soja (*Glycine max*) ocupa posição central na agricultura brasileira, mas sua produtividade pode ser comprometida por populações elevadas da mosca-branca *Bemisia tabaci*. O manejo dessa praga é desafiador pela ampla gama de hospedeiros, elevada capacidade de dispersão e histórico de seleção de resistência a inseticidas, o que amplia o interesse por ferramentas microbiológicas integradas ao Manejo Integrado de Pragas. Este trabalho avaliou, sob condições de campo em Porangatu-GO, na safra 2024/2025, a eficiência de um produto à base de Isaria fumosorosea (sinônimo taxonômico de Cordyceps fumosorosea) no controle de ninfas de B. tabaci em soja. O experimento foi estruturado em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições: testemunha sem inseticida, TEC ISARIA a 500 g ha^{-1}, TEC ISARIA a 600 g ha^{-1} e imidacloprid a 250 mL ha^{-1}. Foi realizada uma aplicação, seguida de avaliações aos 0, 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação. A testemunha apresentou aumento da densidade de 19,6 para 25,7 ninfas por folíolo, enquanto os tratamentos com 500 e 600 g ha^{-1} apresentaram, respectivamente, 12,8 e 9,4 ninfas por folíolo aos 14 dias. O padrão químico atingiu 3,5 ninfas por folíolo. As eficiências finais reportadas foram de 50,1%, 63,4% e 86,2% para 500 g ha^{-1}, 600 g ha^{-1} e imidacloprid, respectivamente. Os dados demonstram redução populacional dependente da dose do bioinseticida, porém inferior ao padrão químico no esquema de aplicação utilizado. Conclui-se que o produto microbiológico apresentou potencial como ferramenta complementar do manejo integrado, mas os resultados não sustentam sua equivalência ao inseticida químico nem sua indicação como estratégia isolada. A interpretação deve considerar que não foi possível validar quantitativamente dados de adultos, esporulação, confirmação laboratorial de micose ou correlações microclimáticas.

Palavras-chave: Controle biológico. Fungo entomopatogênico. Mosca-branca. Manejo integrado de pragas. Soja.

Abstract: Soybean (*Glycine max*) has a central role in Brazilian agriculture, but its productivity may be impaired by high populations of the whitefly *Bemisia tabaci*. Management of this pest is challenging because of its broad host range, high dispersal capacity, and history of insecticide resistance, increasing interest in microbial tools within Integrated Pest Management. This study evaluated, under field conditions in Porangatu, Goiás, Brazil, during the 2024/2025 growing season, the efficacy of a product based on Isaria fumosorosea (a

taxonomic synonym of Cordyceps fumosorosea) against B. tabaci nymphs on soybean. The trial used a randomized complete block design with four treatments and five replications: untreated control, TEC ISARIA at 500 g ha^{-1}, TEC ISARIA at 600 g ha^{-1}, and imidacloprid at 250 mL ha^{-1}. A single application was followed by evaluations at 0, 3, 7, 10, and 14 days after application. In the untreated control, nymph density increased from 19.6 to 25.7 nymphs per leaflet, whereas the 500 and 600 g ha^{-1} treatments reached 12.8 and 9.4 nymphs per leaflet, respectively, at 14 days. The chemical standard reached 3.5 nymphs per leaflet. Final control efficiencies were 50.1%, 63.4%, and 86.2% for 500 g ha^{-1}, 600 g ha^{-1}, and imidacloprid, respectively. The data demonstrate dose-dependent population reduction by the microbial insecticide, although its performance was lower than that of the chemical standard under the tested applica-tion scheme. The product may therefore be considered a complementary tool within integrated management, but the results do not support equivalence to the chemical standard or use as a stand-alone strategy. Quantitative claims regarding adults, sporulation, laboratory confirmation of mycosis, and microclimatic correlations were excluded because the available records did not provide sufficient documentation.

Keywords: Biological control. Entomopathogenic fungus. Whitefly. Integrated pest management. Soybean.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (*L.*) *Merr.*) constitui um dos principais pilares da agricultura brasileira, com elevada participação na geração de renda, no comércio exterior e no abastecimento das cadeias de óleo vegetal, farelo e proteína. Na safra 2024/2025, a produção brasileira foi estimada em 171,5 milhões de toneladas, evidenciando a importância econômica da cultura (CONAB, 2025).

Entre os fatores capazes de limitar o desempenho da soja destacam-se os insetos-praga, especialmente a mosca-branca *Bemisia tabaci* (*Gennadius*), espécie com ampla distribuição e elevada capacidade de dispersão. A presença de adultos e ninfas pode reduzir o vigor das

plantas e afetar a produtividade, enquanto a disponibilidade de hospedeiros e a sucessão de cultivos favorecem a permanência da praga no agroecossistema.

O complexo B. tabaci envolve diferentes grupos genéticos e apresenta ampla gama de hospedeiros. Essa característica, associada à elevada mobilidade e ao histórico de exposição a inseticidas, dificulta o manejo e favorece a seleção de populações menos suscetíveis. Por isso, o monitoramento e a adoção de estratégias de Manejo Integrado de Pragas (MIP) são importantes para que as decisões de controle sejam baseadas na dinâmica real da infestação.

O MIP busca combinar monitoramento, critérios de decisão e métodos compatíveis de controle, reduzindo aplicações desnecessárias e conservando agentes benéficos. Nesse contexto, fungos entomopatogênicos podem integrar programas de manejo, pois apresentam mecanismo de ação distinto dos inseticidas neurotóxicos tradicionais. Entre os microrganismos estudados para o controle de mosca-branca encontram-se *Beauveria bassiana*, *Cordyceps javanica* e *Cordyceps fumosorosea* (SANI *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2022).

O fungo historicamente denominado Isaria fumosorosea é reconhecido, na nomenclatura taxonômica mais recente, como *Cordyceps fumosorosea*. A própria documentação regulatória mantém a sinonímia, aspecto relevante para a correta identificação do agente e para a localização da literatura científica.

Diante desse contexto, o presente estudo avaliou a eficiência de Isaria fumosorosea no controle populacional de ninfas de B. tabaci em soja, sob condições de campo, comparando duas doses do bioinseticida com uma testemunha sem aplicação e com um padrão químico à base de imidacloprid.

2. OBJETIVO

Avaliar a eficiência de Isaria fumosorosea no controle de ninfas de *Bemisia tabaci* na cultura da soja sob condições de campo, comparando duas doses do bioinseticida com a testemunha sem aplicação e com um padrão químico à base de imidacloprid.

Como objetivos complementares, buscou-se quantificar a dinâmica populacional de ninfas aos 0, 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação; estimar a eficiência de controle dos tratamentos com I. fumosorosea pela fórmula de Henderson e Tilton; comparar o comportamento das doses de 500 e 600 g ha^{-1} com o padrão químico; e discutir o desempenho observado à luz da literatura científica sobre mosca-branca, fungos entomopatogênicos e Manejo Integrado de Pragas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura da soja e sua importância no Brasil

A soja é uma leguminosa de elevada importância agronômica e econômica, utilizada diretamente na alimentação humana e, sobretudo, como matéria-prima para óleo e farelo proteico. No Brasil, sua expansão foi acompanhada por forte incorporação de tecnologia, melhoramento genético e adaptação de sistemas de produção às diferentes condições brasileiras.

O Cerrado ocupa papel relevante na produção, com combinação de cultivares adaptadas, correção química do solo, fertilidade planejada e regime de chuvas concentrado no verão. A presença contínua de plan-tas voluntárias e sucessões com outras culturas pode manter hospedeiros disponíveis para insetos-praga.

No contexto do MIP, nenhuma praga deve ser controlada apenas por sua presença. O monitoramento, a identificação correta do

organismo, o estágio de desenvolvimento da cultura e o equilíbrio com inimigos naturais são componentes essenciais para decisões de controle.

3.2 *Bemisia tabaci*: identidade, biologia e dinâmica populacional

Bemisia tabaci pertence à ordem Hemiptera e à família Aleyrodidae. O avanço dos estudos moleculares demonstrou que o termo B. tabaci envolve grupos geneticamente diferenciados, o que ajuda a explicar diferenças de comportamento, distribuição e resposta a inseticidas.

O ciclo biológico inclui ovo, quatro estádios ninfais e adulto. Os ovos são depositados principalmente na face inferior das folhas. Após a eclosão, a ninfa de primeiro instar apresenta mobilidade limitada; os estádios subsequentes permanecem fixos, alimentando-se do floema.

A distribuição de ninfas pode variar entre estratos do dossel ao longo do desenvolvimento da cultura. Estudos citados no TCC indicam padrão agregado, o que exige esquemas de amostragem capazes de representar a heterogeneidade espacial da infestação.

A polifagia da espécie amplia sua capacidade de permanência no agro ecossistema. Em sistemas agrícolas, o desenvolvimento do inseto pode ocorrer também em outras culturas e plantas voluntárias, tornando importante o manejo integrado entre diferentes períodos de cultivo.

3.3 Danos de *Bemisia tabaci* e implicações para a soja

Os efeitos de B. tabaci sobre a soja podem ser diretos e indiretos. O dano direto decorre da retirada de assimilados durante a alimentação no floema e pode reduzir o vigor das plantas. Em altas densidades, a alimentação contínua pode alterar o balanço fisiológico e contribuir para perdas de produtividade.

Como dano indireto, o inseto pode depositar substâncias açucaradas sobre folhas e estruturas vegetais, favorecendo o desenvolvimento de fungos associados à fumagina. Além disso, a mosca-branca pode atuar como vetor de vírus em diferentes hospedeiros, ampliando sua importância fitossanitária.

A arquitetura do dossel da soja interfere na tecnologia de aplicação, pois adultos e ninfas podem ocupar diferentes estratos. Assim, qualidade de aplicação, produto, dose e momento devem ser considerados conjuntamente.

3.4 Monitoramento e Manejo Integrado de Pragas

O Manejo Integrado de Pragas combina conhecimento da biologia da praga, monitoramento e métodos compatíveis de controle. Na soja, a adoção do MIP reduz a dependência de aplicações calendarizadas e favorece a conservação de inimigos naturais.

Para B. tabaci, o monitoramento deve considerar a natureza agregada da população. A escolha adequada do número de pontos e a atenção ao estrato amostrado são necessárias para representar melhor a infestação.

A integração de táticas também inclui manejo cultural, preservação de inimigos naturais, rotação de modos de ação de inseticidas e uso de agentes microbiológicos. O objetivo não é eliminar totalmente o inseto, mas mantê-lo em nível compatível com o equilíbrio econômico e produtivo.

3.5 Controle biológico com fungos entomopatogênicos

O controle microbiano de insetos utiliza microrganismos patogênicos, como fungos, bactérias, vírus e nematoides. Os fungos

entomopatogênicos apresentam a vantagem de não dependerem da ingestão para causar infecção: conídios depositados sobre a cutícula podem germinar, penetrar e colonizar o hospedeiro.

Para mosca-branca, revisões destacam B. bassiana, Cordyceps javanica e Cordyceps fumosorosea como agentes de interesse. A literatura indica que ninfas podem ser alvos mais previsíveis do que adultos altamente móveis, especialmente quando a aplicação favorece a deposição sobre a superfície abaxial das folhas.

A umidade e a temperatura influenciam diferentes etapas do processo infeccioso, enquanto a radiação ultravioleta pode reduzir a viabilidade dos conídios. Dessa forma, a resposta observada em campo não deve ser extrapolada automaticamente de resultados laboratoriais.

3.6 Isaria fumosorosea / Cordyceps fumosorosea

A espécie tratada neste estudo como Isaria fumosorosea passou por revisões taxonômicas e é atualmente reconhecida como Cordyceps fumosorosea. A documentação oficial mantém a sinonímia entre os nomes, permitindo relacionar o produto comercial e a literatura científica.

O fungo possui capacidade de infectar diferentes grupos de insetos. A infecção ocorre principalmente por contato com a cutícula, seguida de germinação, penetração, crescimento interno e, em condições favoráveis, morte e produção de novos conídios.

A sensibilidade dos fungos entomopatogênicos à temperatura, radiação UV e umidade demonstra que o desempenho em campo depende das condições ambientais e da tecnologia de aplicação. Assim, o resultado de uma aplicação deve ser interpretado considerando o modo de ação do fungo e as condições do agroecossistema.

3.7 TEC ISARIA e condições de uso

O TEC ISARIA é descrito no TCC como inseticida microbiológico registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária sob o nº 28824, formulado como pó molhável e contendo Isaria fumosorosea. A bula consultada informa concentração mínima de $3{,}0 \times 10^9$ UFC g^{-1} e indicação para B. tabaci em culturas nas quais o alvo ocorra.

A dose indicada na bula é de 500 g ha^{-1}, com volume de calda de 200 L ha^{-1} e início das aplicações quando observadas as primeiras ninfas. O documento prevê até quatro aplicações com intervalo de sete dias. No presente experimento, entretanto, foi realizada apenas uma aplicação; portanto, os resultados representam o desempenho sob a condição experimental utilizada e não equivalem à avaliação de todo o programa sequencial descrito na bula.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e natureza do estudo

O estudo foi conduzido em área de cultivo de soja localizada no município de Porangatu, estado de Goiás, durante a safra agrícola 2024/2025. O município está inserido no bioma Cerrado e apresenta clima tropical com estação seca, conforme caracterização apresentada no TCC. O experimento teve natureza quantitativa e comparativa, com avaliação da resposta populacional de ninfas de B. tabaci a diferentes tratamentos fitossanitários.

Os registros disponíveis não informaram todas as datas exatas de semeadura, instalação das parcelas, aplicação dos tratamentos e encerramento das avaliações. Essa ausência foi considerada como limitação documental e não foi preenchida por estimativa.

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O ensaio foi estruturado em delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela apresentava 5,0 m de largura por 6,0 m de comprimento, correspondendo a 12 m^2. Os tratamentos foram: T1 – testemunha sem inseticida; T2 – TEC ISARIA a 500 g ha^{-1}; T3 – TEC ISARIA a 600 g ha^{-1}; e T4 – imidacloprid a 250 mL ha^{-1}.

4.3 Implantação, aplicação e avaliação

A cultura foi implantada com espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade registrada de 12 a 14 sementes por metro linear. A aplicação dos tratamentos ocorreu após a detecção das primeiras ninfas de B. tabaci. Foi realizada uma única aplicação, utilizando volume de calda de 200 L ha^{-1}. As avaliações ocorreram aos 0, 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação (DAA).

As avaliações quantitativas concentraram-se em ninfas de B. tabaci. Em cada parcela, foram avaliados dois folíolos do terço médio e inferior das plantas, utilizando lupa de bolso com aumento de 10 vezes. As contagens ocorreram nos dias previamente estabelecidos.

A eficiência de controle foi calculada pela fórmula de Henderson e Tilton (1955), conforme registrada no TCC: $E(\%) = [1 - (Ta \times Cb)/(Tb \times Ca)] \times 100$, em que Ta representa o número de insetos no tratamento após a aplicação; Tb, o número de insetos no tratamento antes da aplicação; Ca, o número de insetos na testemunha após a aplicação; e Cb, o número de insetos na testemunha antes da aplicação.

4.4 Limitações da análise

A versão final do TCC informa que não foram mantidos como resultados quantitativos os registros relacionados a adultos, sintomas de micose, esporulação, confirmação laboratorial do fungo e correlações com variáveis microclimáticas, por insuficiência de documentação. Também não foi incorporada uma avaliação aos 5 DAA mencionada em versão preliminar. A análise estatística originalmente prevista não foi reproduzida de forma inferencial porque os registros disponíveis não apresentaram a tabela completa necessária para reconstrução dos testes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Densidade populacional de ninfas

Na avaliação inicial, as médias de ninfas por folíolo variaram de 19,2 a 20,0 entre os tratamentos, indicando condição inicial semelhante. Na testemunha, a população aumentou de 19,6 ninfas por folíolo no iní-cio para 22,1 aos 3 DAA, 24,8 aos 7 DAA, 26,3 aos 10 DAA e 25,7 aos 14 DAA.

No tratamento com TEC ISARIA a 500 g ha^{-1}, a densidade passou de 19,2 para 14,8 aos 3 DAA, 13,1 aos 7 DAA, 12,5 aos 10 DAA e 12,8 aos 14 DAA. No tratamento com 600 g ha^{-1}, a população passou de 19,4 para 12,4, 9,9, 9,2 e 9,4 ninfas por folíolo nos mesmos períodos.

O padrão químico com imidacloprid apresentou a maior redução, passando de 20,0 ninfas por folíolo na avaliação inicial para 7,1 aos 3 DAA, 4,1 aos 7 DAA, 3,6 aos 10 DAA e 3,5 aos 14 DAA.

Os resultados mostram separação progressiva entre a testemunha e os tratamentos a partir dos primeiros dias após a aplicação. O efeito do bioinseticida foi mantido ao longo de 14 dias, com maior redução na

dose de 600 g ha^{-1}, enquanto o inseticida químico apresentou redução mais rápida e maior magnitude.

5.2 Eficiência de controle

Aos 14 DAA, as eficiências reportadas no conjunto experimental foram de 50,1% para TEC ISARIA a 500 g ha^{-1}, 63,4% para 600 g ha^{-1} e 86,2% para imidacloprid. O gradiente entre 500 e 600 g ha^{-1} indica resposta dependente da dose nas condições avaliadas.

A evolução temporal também demonstra que a testemunha apresentou aumento populacional, enquanto os tratamentos com o fungo reduziram e estabilizaram a densidade em patamares inferiores. A correção de Henderson e Tilton considera a variação observada na testemunha e, portanto, permite interpretar a eficiência levando em conta a dinâmica natural da população.

O desempenho da dose de 600 g ha^{-1} foi superior ao da dose de 500 g ha^{-1}, mas permaneceu abaixo do padrão químico. Assim, os dados não sustentam equivalência entre o bioinseticida e o imidacloprid sob o esquema de uma única aplicação.

5.3 Discussão

A dinâmica observada confirma que I. fumosorosea exerceu efeito sobre a população de ninfas de B. tabaci, embora com magnitude inferior ao padrão químico. Esse comportamento é coerente com o modo de ação de fungos entomopatogênicos, cuja eficácia depende de condições favoráveis para adesão, germinação, penetração e colonização do hospedeiro.

O melhor resultado obtido com 600 g ha^{-1} não deve ser convertido automaticamente em recomendação agronômica de aumento de dose. A bula consultada para o TEC ISARIA registra 500 g ha^{-1} e prevê

aplicações sequenciais em intervalos de sete dias, enquanto o presente experimento utilizou apenas uma aplicação. Portanto, o resultado experimental demonstra desempenho sob a condição testada, não validação de uma nova recomendação de uso.

A comparação com o imidacloprid também deve considerar o modo de ação. O padrão químico promoveu redução mais rápida da densidade, enquanto o fungo apresentou resposta mais gradual. Em programas de MIP, essa diferença pode ser relevante, pois o valor de um agente microbiológico não depende necessariamente de reproduzir a velocidade de ação de um inseticida químico.

A literatura citada no TCC ressalta a influência de umidade, temperatura, radiação UV, concentração de conídios e tecnologia de aplicação sobre o desempenho de fungos entomopatogênicos. No entanto, como o conjunto de registros disponível não apresentou série climática completa nem medições suficientes de deposição, não é possível atribuir quantitativamente a magnitude do efeito observado a variáveis microclimáticas específicas.

Outro aspecto importante é a necessidade de diferenciar presença de micélio e confirmação de infecção. O TCC informa que observações visuais isoladas não foram consideradas suficientes para confirmar micoses. Por isso, essas variáveis foram excluídas das conclusões quantitativas.

Em síntese, o experimento fornece evidência de que o bioinseticida reduziu a população de ninfas e de que 600 g ha^{-1} foi mais eficiente que 500 g ha^{-1} no período avaliado. A evidência, entretanto, sustenta principalmente o potencial de uso como componente complementar do MIP, e não como substituto direto do inseticida químico.

CONCLUSÃO

Nas condições documentadas do experimento realizado em Porangatu-GO, Isaria fumosorosea apresentou efeito de redução sobre a população de ninfas de *Bemisia tabaci* na cultura da soja. A testemunha apresentou aumento populacional ao longo do período, enquanto as duas doses do bioinseticida reduziram a densidade de ninfas.

Aos 14 dias após a aplicação, foram registradas 12,8 ninfas por folíolo no tratamento com 500 g ha^{-1} e 9,4 ninfas por folíolo no tratamento com 600 g ha^{-1}, frente a 25,7 na testemunha e 3,5 no padrão químico. As eficiências reportadas foram de 50,1%, 63,4% e 86,2%, respectivamente, para 500 g ha^{-1}, 600 g ha^{-1} e imidacloprid.

Os resultados indicam que o bioinseticida apresentou eficiência moderada e dependente da dose, mas inferior ao padrão químico nas condições avaliadas. Dessa forma, seu potencial é mais consistente com o uso como ferramenta complementar em programas de Manejo Integrado de Pragas, considerando monitoramento, nível de infestação, condições ambientais e integração com outras táticas.

Não foram sustentadas conclusões quantitativas sobre adultos, micose, esporulação, persistência ou correlações climáticas, pois os registros disponíveis não foram suficientes para validar essas variáveis. Estudos futuros devem incluir maior detalhamento das condições ambientais, confirmação laboratorial da infecção, avaliações de persistência e, quando pertinente, comparação de programas sequenciais de aplicação previstos em bula.

REFERÊNCIAS

ANHÊ, Bruno Borella. *Aplicação do fungo Cordyceps fumosorosea e do extrato de Sophora flavescens (matrine) no controle e na distribuição espaço-temporal de Bemisia tabaci em tomate orgânico*. 2024. Tese

(Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Monografia:* Cordyceps fumosorosea. Brasília, DF: Anvisa, 2019.

AVILA, Crebio José; VESSONI, Izabel Carla; SILVA, Ivana Fernandes da; VIEIRA, Elizete Cavalcante de Souza; MARIANI, Andressa. *Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da soja*. In: SOJA:... 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. *TEC ISARIA:* bula do produto – registro MAPA nº 28824. Brasília, DF: MAPA, 2024.

BUENO, Adeney de Freitas; CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz; *et al. Manual de boas práticas para o manejo integrado de pragas da soja:* MIP-Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2023.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Produção de soja atinge novo recorde em 2024/25*. Brasília, DF: CONAB, 2025.

DE BARROS, Paul J.; LIU, Shu-Sheng; BOYKIN, Laura M.; *et al. Bemisia tabaci*: a statement on the current New World and Old World...

FARIA, Marcos Rodrigues de; WRAIGHT, Stephen P. Mycoinsecticides and mycobiocontrols: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of microbial insecticides. *Biological Control*, v. 43, n. 3, p. 237-256, 2007.

HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, v. 48, n. 2, p. 157-161, 1955.

PELLEGRINI, Gabriela; SOUZA, Antônio Moreira Borges de; FERREIRA, Pedro H. U.; MONTEIRO, Gabriel C.; FERRER, Marcelo C.; *AIR-SSEST and other references cited in the TCC*.

QUINTELA, Eliane D.; ABREU, Aluna G.; LIMA, Julyana F. dos S.; MASCARIN, Gabriel M.; SANTOS, Jardel B. dos; BROWN, Judith K. *Reproduction of the whitefly Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae)...

RODRIGUES, Raimundo Henrique Ferreira; SILVA, Luciana Barbosa; SILVA, Maria Carolina Faria; LOPES, Joel Willington Batista; DIAS, Adriana Sousa; BARBOSA, Rony Sobrinho; ALMEIDA, Lorena Francine Oliveira; *POPULAÇÃO E DINÂMICA*... 2022.

SANI, Ibrahim; ISMAIL, Siti Izera; ABDULLAH, Siti; JALINAS, Jamilah; JAMIAN, Salmah; SAAD, Nur Azura. A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. *Insects*, v. 11, n. 9, art. 619, 2020. DOI: 10.3390/insects11090619.

SILVA, Rafael Azevedo da; DE SOUZA, Ederlano; SANTOS, Elcio Ferreira dos; SOUZA, Ellen Patrícia de; GUTIERRES, Nelson; FERNANDES, Marcos Gino. Spatial distribution of *Bemisia tabaci* MEAM1 nymphs and adults in soybean crops: an analysis of dispersions and population frequencies. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 69, n. 3, e20250022, 2025.

SOUZA, Francis Moretti de; SILVA, Rafael Azevedo da; MAGALHÃES, Larissa da Silva; LOUREIRO, Elizângela de Souza. Fungos entomopatogênicos associados ao controle da mosca-branca: uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 11, e251121133536, 2022.

SUHAY, Archna; YADAV, Honey; CHAUDHARY, Darsha; SUBRAMANIAN, S.; JAIWAL, Ranjana; JAIWAL, Pawan K. Biotechnological interventions for the sustainable management of a global pest, whitefly (*Bemisia tabaci*). *Insect Science*, v. 28, p. 1228-1252, 2021.

ZHENG, Sheng; ZHANG, Mo; SHAIKAT, Mobheen; DU, Cailian; ALI, Shaukat. Endophytic isolates of Cordyceps fumosorosea to enhance the growth of Solanum melongena and reduce the survival of whitefly (*Bemisia tabaci*). *Insects*, v. 11, n. 2, art. 78, 2020.

WU, Jianhui; YANG, Bo; XU, Jinyu; CHRISTHUBERTSON, Andrew G. S.; ALI, Shaukat. Characterization and toxicity of crude toxins produced by Cordyceps fumosorosea against *Bemisia tabaci*. *Toxins*, v. 13, n. 3, art. 220, 2021.



Capítulo 9

VIABILIDADE ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS POR MEIO DE SISTEMAS SILVICULTURAIS

Alexandre Henrique Silva Barreto
Cinthia Ohana Marques Neves

Resumo: O mercado de carbono no Brasil representa uma oportunidade em expansão, impulsionada pela ampla disponibilidade de florestas naturais e plantadas no território nacional e por marcos regulatórios recentes, como o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), instituído pela Lei nº 15.042/2024. Nesse contexto, a integração de pequenos produtores rurais a esse mercado, por meio de sistemas silviculturais como ILP, ILPF e ILF, surge como alternativa capaz de aliar geração de renda, sustentabilidade ambiental e fortalecimento da agricultura familiar. O presente estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica da integração de pequenos produtores rurais ao mercado de créditos de carbono por meio da adoção de sistemas silviculturais, considerando o potencial de sequestro de carbono, os custos de implantação, manutenção, monitoramento e certificação, e as alternativas de financiamento e comercialização dos créditos gerados. Foi realizada pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa, do tipo revisão integrativa de literatura, complementada por pesquisa de campo mediante aplicação de questionário a quatro empresas atuantes no setor. Os resultados indicaram que, embora as políticas brasileiras de regulamentação ainda apresentem burocracia e haja necessidade de incentivos externos, o setor apresenta potencial de retorno financeiro no longo prazo. Entre as empresas participantes, a restaura-ção e conservação de floresta nativa (ARR/REDD+) foi o sistema mais citado, representando 75% das respostas. Os custos de manutenção foram apontados como o principal gargalo por 75% das empresas, enquanto o monitoramento por amostragem ou tecnologias remotas foi indicado por 50% como mecanismo de viabilização da participação de pequenos produtores. Conclui-se que o mercado de créditos de carbono pode constituir alternativa de renda limpa, renovável e sustentável, especialmente quando associado a mecanismos coletivos, tecnologias de monitoramento, financiamento e apoio institucional.

Palavras-chave: Mercado de carbono. Silvicultura. Pequenos produtores. Agricultura familiar.

Abstract: The carbon market in Brazil represents an expanding opportunity, driven by the wide availability of natural and planted forests throughout the country and recent regulatory frameworks, such as the Brazilian Emissions Trading System (SBCE), established by Law No. 15,042/2024. In this context, integrating smallholder farmers into this market through forestry systems such as Crop-Livestock (ILP), Crop-Livestock-Forestry (ILPF), and Livestock-Fores-try (ILF) emerges as an alternative capable of combining income generation,

environmental sustainability, and the strengthening of family farming. This study aimed to analyze the economic feasibility of integrating smallholder farmers into the carbon credit market through the adoption of forestry systems, considering carbon sequestration potential, implementation, maintenance, monitoring, and certification costs, as well as financing and commercialization alternatives. A qualitative integrative literature review was conducted and complemented by field research through a questionnaire applied to four companies operating in the sector. Results indicated that, although Brazilian regulatory policies remain bureaucratic and require external incentives, the sector presents potential for long-term financial returns. Among participating companies, native forest restoration and conservation (ARR/REDD+) was the most frequently reported system, accounting for 75% of responses. Maintenance costs were identified as the main bottleneck by 75% of companies, while sampling monitoring and remote technologies were indicated by 50% as mechanisms to facilitate smallholder participation. It is concluded that the carbon credit market can constitute a clean, renewable, and sustainable alternative source of income, particularly when supported by collective mechanisms, monitoring technologies, financing, and institutional support.

Keywords: Carbon market. Forestry. Smallholders. Family farming.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Mercado de carbono: conceitos e funcionamento

De acordo com o Laboratório de Inovação Financeira (2022), o crédito de carbono corresponde a uma unidade associada à redução ou remoção de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e) da atmosfera. Dependendo das regras e do contexto em que é utilizado, o crédito pode ser empregado para compensar emissão de magnitude equivalente. Sua geração está geralmente relacionada a projetos de redução ou remoção de gases de efeito estufa submetidos a proces-sos de validação, verificação e certificação conforme metodologias e padrões específicos.

O mercado de carbono constitui, portanto, um mecanismo econômico destinado à negociação de unidades relacionadas à redução ou remoção de emissões de gases de efeito estufa, atribuindo valor econômico às ações de mitigação climática. De forma geral, pode ser dividido em mercado regulado e mercado voluntário. O mercado regulado, também denominado compliance, é estabelecido por governos ou organismos reguladores e impõe limites ou obrigações de redução de emissões a determinados setores e agentes econômicos, permitindo a negociação de permissões ou créditos conforme regras específicas (SOUSA, 2025).

O mercado voluntário caracteriza-se pela participação espontânea de empresas e outras organizações que adquirem créditos para compensar emissões, cumprir compromissos climáticos ou apoiar projetos de redução e remoção de gases de efeito estufa. Enquanto o mercado regulado está associado ao cumprimento de obrigações legais, o mercado voluntário decorre de compromissos e estratégias climáticas assumidos pelos próprios participantes (BARBOSA, 2026).

No Brasil, o marco regulatório foi fortalecido com a Lei nº 15.042/2024, que instituiu o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). A legislação estabelece bases para um mercado regulado de emissões, incluindo mecanismos de controle, mensuração, verificação e negociação de ativos relacionados às emissões e reduções de gases de efeito estufa, com implementação gradual (BRASIL, 2024).

1.2 Sistemas silviculturais como tecnologia de baixo carbono

Entre as estratégias de mitigação das mudanças climáticas, destacam-se os sistemas silviculturais, que apresentam papel relevante no sequestro de carbono atmosférico e podem gerar benefícios econômicos. Conforme a Food and Agriculture Organization (FAO, 2022), sistemas baseados em árvores possuem capacidade de captura de CO_2 e

proporcionam serviços ecossistêmicos relacionados à regulação climática, proteção do solo e manutenção da biodiversidade.

A adoção de sistemas integrados permite associar componentes florestais, agrícolas e pecuários, favorecendo a diversificação das atividades da propriedade. Nesse contexto, sistemas como SAFs e ILPF podem ser considerados alternativas de produção que conciliam objetivos econômicos e ambientais.

1.3 Pequenos produtores rurais e mercado de carbono

A inserção de pequenos produtores rurais no mercado de carbono representa oportunidade para associar desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental. Entretanto, essa integração é limitada por fatores como custos de implementação e certificação, complexidade técnica dos projetos, dificuldade de acesso à informação e restrições de financiamento. Estudos apontam que a viabilidade pode ser favorecida pela adoção de modelos coletivos, apoio institucional e tecnologias capazes de reduzir custos operacionais (LOCATELLI *et al.*, 2022; CHAGAS *et al.*, 2023).

Além disso, políticas públicas e instrumentos econômicos, como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), podem contribuir para reconhecer e remunerar serviços ambientais. No Brasil, a Lei nº 14.119/2021 instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, ampliando possibilidades de valorização econômica da conservação ambiental.

1.4 Viabilidade econômica, indicadores e barreiras

A análise da viabilidade econômica da integração de pequenos produtores ao mercado de carbono deve considerar custos, benefícios, tempo de permanência do projeto, custos de monitoramento e

certificação e possibilidades de comercialização dos créditos. A literatura consultada evidencia que a ausência de diretrizes suficientemente claras e os custos associados às etapas de validação e verificação podem reduzir a atratividade de projetos de menor escala.

Nais (2023) destaca que a ausência de uma entidade central responsável pela regulamentação do mercado de carbono gera incertezas para empresas e investidores, enquanto Santana (2023) aponta a necessidade de diretrizes claras para o mercado voluntário como forma de ampliar sua rentabilidade e atratividade. Silveira e Oliveira (2021) também identificam barreiras institucionais que podem limitar a competitividade brasileira nos mercados globais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, desenvolvida por meio de revisão integrativa da literatura e pesquisa de campo. A revisão foi utilizada para sintetizar e analisar criticamente conhecimentos produzidos em diferentes fontes, incluindo artigos científicos, relatórios técnicos e institucionais, dissertações e documentos legais.

A busca bibliográfica foi realizada em bases e repositórios reconhecidos, entre eles Google Acadêmico, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e periódicos disponíveis no Portal de Periódicos da CAPES. Também foram consultados documentos e relatórios de organizações de referência, como o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), a Food and Agriculture Organization (FAO), o World Bank e o Laboratório de Inovação Financeira, além de legislações nacionais pertinentes.

Como complemento à revisão, foi realizada pesquisa de campo mediante aplicação de questionário a quatro empresas atuantes no segmento de créditos de carbono. O instrumento continha dez questões voltadas a aspectos como tamanho das áreas, espécies utilizadas,

sistemas silviculturais, tempo de permanência, custos de manutenção, gargalos financeiros e operacionais, área mínima viável, mecanismos de inserção de pequenos produtores, metodologias de certificação e impacto dos custos de validação e verificação.

As respostas foram organizadas de forma descritiva e percentual, permitindo confrontar informações encontradas na literatura com percepções e práticas relatadas pelas empresas participantes. Os dados apresentados nos apêndices do trabalho foram incorporados à análise dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Panorama geral da literatura consultada

A literatura consultada demonstra que o mercado de carbono já apresenta estrutura e relevância no agronegócio brasileiro, mas suas formas de operacionalização ainda são pouco acessíveis a muitos produtores. A ampliação de mecanismos de financiamento, incentivos e apoio técnico pode contribuir para tornar os projetos mais acessíveis, especialmente para produtores de menor porte.

A revisão também evidencia que a utilização de sistemas silviculturais pode gerar benefícios ambientais e econômicos simultâneos. A recuperação de áreas degradadas, a conservação de florestas e a implantação de sistemas integrados podem contribuir para o sequestro de carbono, ao mesmo tempo em que diversificam as fontes de renda da propriedade.

3.2 Custos, mecanismos e barreiras identificados na literatura

O principal problema identificado na literatura está relacionado à necessidade de políticas e instrumentos regulatórios que facilitem

o processo entre a captura de carbono realizada na propriedade e a comercialização do crédito pelo comprador. A existência de procedimentos de mensuração, validação, certificação e monitoramento é necessária para garantir a legitimidade dos créditos, mas pode representar custos e complexidade adicionais para pequenos produtores.

Nesse sentido, os custos de manutenção e as etapas de monitoramento, validação e certificação devem ser considerados desde o planejamento do projeto. A adoção de mecanismos coletivos e tecnologias remotas pode reduzir custos por unidade de área e ampliar a possibilidade de participação de propriedades menores.

3.3 Resultados do questionário aplicado às empresas

O questionário foi respondido por quatro empresas atuantes na área de créditos de carbono. Os resultados apontam que as empresas participantes trabalham predominantemente com projetos de maior escala. Quanto ao porte das áreas de cobertura florestal, 50% das respostas indicaram áreas superiores a 1.000 hectares, 25% entre 201 e 1.000 hectares e 25% entre 51 e 200 hectares. Não houve resposta indicando atuação em áreas de até 50 hectares.

Quanto às espécies utilizadas, foram mencionadas espécies nativas, mogno africano e Pinus spp. As respostas demonstram diversidade de espécies conforme o objetivo e o desenho de cada projeto.

Em relação ao sistema silvicultural predominante, a restauração/conservação de floresta nativa (ARR/REDD+) foi indicada por 75% das empresas, enquanto os Sistemas Agroflorestais (SAFs) representaram 25%. Não houve indicação de silvicultura de monocultivo ou de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) entre as respostas para essa questão. Esse resultado sugere que a restauração e a conservação de florestas nativas constituem estratégias relevantes entre as empresas consultadas.

O tempo de permanência informado pelas empresas variou entre 20 e 30 anos, mais de 20 anos, 35 anos e 40 anos. A média estimada apresentada no trabalho foi de 28,75 anos, indicando que os projetos de carbono possuem horizonte temporal de longo prazo e exigem planejamento e capacidade de manutenção continuada.

Quanto ao custo anual de manutenção por hectare, 50% das respostas apontaram valores superiores a R$ 3.000,00 por hectare ao ano; 25% indicaram entre R$ 1.501,00 e R$ 3.000,00 e 25% entre R$ 500,00 e R$ 1.500,00. Não houve resposta para valores inferiores a R$ 500,00 por hectare ao ano. Esses dados reforçam a importância do planejamento financeiro, principalmente para produtores de menor escala.

A manutenção e os tratos culturais foram apontados como o principal gargalo financeiro e operacional, com 75% das respostas. Implantação/plantio, inventário florestal e medição e auditoria, certificação e validação (MRV) apareceram individualmente com 25% das respostas. Não foram registradas respostas para custos jurídicos e de regularização fundiária como gargalo.

A área mínima considerada viável pelas empresas apresentou grande variação: foram mencionadas áreas de 300 hectares, de 500 a 1.000 hectares, de 1.000 hectares e de 1.500 a 2.000 hectares de floresta. Essa dispersão evidencia que a viabilidade depende das características do projeto, do modelo de certificação e dos mecanismos adotados para diluir custos.

Para viabilizar a entrada de pequenos produtores, 50% das empresas indicaram o monitoramento por amostragem ou tecnologias remotas, como satélite e LIDAR. O agrupamento de produtores e as parcerias público-privadas ou cooperativas representaram, cada um, 25% das respostas. Nenhuma empresa declarou não atuar com pequenos produtores.

Quanto às metodologias e padrões de certificação, foram citados Verra/VCS, Gold Standard, Mercado Voluntário Nacional e REDD+.

A diversidade de metodologias mencionadas demonstra que os projetos podem seguir diferentes estruturas conforme sua finalidade, área de atuação e padrão adotado.

Por fim, na avaliação do impacto dos custos de validação e verificação (MRV) sobre o retorno financeiro dos projetos voltados a pequenos produtores, 50% das empresas atribuíram nível 3 e 50% nível 4, em uma escala de 1 a 5. Não houve respostas nos níveis 1, 2 ou 5. O resultado indica impacto moderado a elevado desses custos na rentabilidade dos projetos.

3.4 Síntese da viabilidade para pequenos produtores

Considerando conjuntamente a literatura e as respostas das empresas, a viabilidade econômica da participação de pequenos produtores no mercado de carbono está diretamente relacionada à capacidade de planejamento e permanência do projeto ao longo do tempo. Os custos de manutenção, monitoramento e certificação podem ser eleva-dos quando considerados individualmente, tornando mecanismos cole-tivos especialmente importantes.

O agrupamento de produtores, a atuação de cooperativas, as parcerias institucionais e o emprego de tecnologias de sensoriamento remoto aparecem como alternativas para reduzir custos e facilitar a inserção de propriedades menores. Dessa forma, a participação de pequenos produtores tende a ser favorecida por modelos que permitam compartilhar infraestrutura, monitoramento, assistência técnica e custos de certificação.

Os resultados também indicam que o retorno financeiro deve ser analisado em horizonte de longo prazo, uma vez que os projetos possuem períodos de permanência que podem superar duas décadas. Assim, além da receita potencial proveniente dos créditos de carbono, a análise deve considerar os demais produtos e serviços proporcionados

pelos sistemas silviculturais, como madeira, conservação ambiental, recuperação de áreas e integração produtiva.

CONCLUSÃO

O estudo evidencia que a geração de créditos de carbono por meio de sistemas silviculturais apresenta potencial para constituir alterna-tiva de diversificação de renda em propriedades rurais, especialmente por associar benefícios econômicos, ambientais e sociais. O Brasil pos-sui condições naturais favoráveis à expansão de projetos florestais e de recuperação de áreas, mas a participação de pequenos produtores ainda encontra obstáculos relacionados a custos, regulamentação, certificação, monitoramento e acesso a financiamento.

Os resultados do questionário mostram que a restauração e conservação de floresta nativa foi o sistema predominante entre as empre-sas consultadas, enquanto a manutenção e os tratos culturais foram identificados como principal gargalo. O uso de tecnologias remotas, o agrupamento de produtores e as parcerias público-privadas ou cooperativas foram apontados como mecanismos capazes de facilitar a participação de pequenos produtores.

Conclui-se que a consolidação desse mercado depende de regulamentação mais clara, avanços tecnológicos, instrumentos de financiamento, mecanismos coletivos e apoio institucional. Tais medidas podem reduzir custos de transação e aumentar a acessibilidade dos projetos, permitindo que a agricultura familiar participe de uma atividade que combina conservação ambiental e geração de renda. A expan-são de sistemas de crédito de carbono, quando conduzida com planejamento, monitoramento e certificação adequados, pode contribuir para uma produção rural mais sustentável e para o enfrentamento das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Josias Júnio Gomes. *Um estudo sobre o mercado de crédito de carbono voluntário no Brasil (2015-2025)*. 2026. 88 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2026.

BRASIL. *Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024*. Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L15042.htm. Acesso em: 4 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília, DF: MCT, [s. d.].

CHAGAS, A. L. *et al.* Viabilidade econômica e inovações tecnológicas na restauração florestal para pequenos produtores. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 47, e4702, p. 1-12, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-908820230000002.

CUPERTINO, S. A.; COSTA, H. K.; VASCONCELOS, P. E. A. Securitização de ativos ambientais e seu papel nas mudanças climáticas. *Revista Multidisciplinar Pey Këyo Científico*, v. 10, n. 3, 2024.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *The State of the World's Forests 2022:* Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies. Rome: FAO, 2022. Disponível em: https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9360en.

LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO FINANCEIRA. *Q&A básico – Mercados voluntários de carbono no Brasil*. Rio de Janeiro, abr. 2022. Disponível em: https://labinovacaofinanceira.com/wp-content/uploads/2022/06/LAB-QA-Basico-sobre-Mercados-Voluntarios-de-Carbono-no-Brasil. pdf.

LOCATELLI, B. *et al.* Collective action and institutional support for ecosystem service payments in smallholder landscapes. *Forest Policy and Economics*, Amsterdam, v. 138, art. 102715, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102715.

MENDES, Karina Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & Contexto – Enfermagem*, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008.

NAIS, L. R. A. *Quais os desafios e oportunidades para as grandes empresas da indústria química que atuam no Brasil a partir da regulação do mercado de emissões de gases de efeito estufa*. 2023. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Políticas) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2023.

SANTANA, I. S. M. *O mercado de carbono: do Protocolo de Kyoto ao plano de implementação de Sharm El-Sheikh: diagnósticos e perspectivas*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2023.

SILVEIRA, C. S.; OLIVEIRA, L. Análise do mercado de carbono no Brasil: histórico e desenvolvimento. *Novos Cadernos NAEA*, Belém, v. 24, n. 3, 2021.

SOUSA, Fabio Henrique. *Regulamentação do mercado de créditos de carbono no Brasil: desafios e perspectivas*. 2025. 102 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

WORLD BANK. *State and Trends of Carbon Pricing 2023*. Washington, DC: World Bank, 2023. Disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/39796.