ANAIS

CUSTO-BENEFÍCIO DA PRODUÇÃO E USO DE EXTRATOS ORGÂNICOS DE FOLHAS DE NEEM (AZADIRACHTA INDICA A. JUSS) NO CULTIVO DE COUVE MANTEIGA (BRASSICA OLERACEA L. VAR. ACEPHALA)

CLÁUDIO CÉSAR KOCH
ccesarko@hotmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

JULIANA ROSA CARRIJO MAUAD
julianacarrijo@ufgd.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ROSILDA MARA MUSSURY FRANCO DA SILVA
maramussury@ufgd.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ANDRESSA CAROLINE FORESTI
andressaforesti13@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

LUCAS COUTINHO REIS
lucasc_reis@hotmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

RESUMO: O aumento da preocupação com a qualidade dos alimentos, aliado a crescente necessidade de uso de agrotóxicos na produção dos mesmos, principalmente em hortaliças, tem reforçado a busca por pesquisas e desenvolvimento de bioinseticidas naturais que possibilitem o controle das pragas, como uma alternativa aos inseticidas sintéticos, sem serem prejudiciais à saúde humana. O neem (Azadirachta indica A. Juss) já é conhecido por seus efeitos sobre os insetos, havendo a comercialização do óleo, extraído das sementes, como inseticida. A maior parte dos produtores de hortaliças são pequenos produtores, com baixo poder aquisitivo e muitas vezes com produção apenas de subsistência, onde a possibilidade de produção caseira de extratos de neem para uso inseticida, produzidos a partir das folhas da planta, surge como uma alternativa mais acessível aos mesmos. O estudo objetivou analisar o desempenho relativo à produtividade comercializável e a viabilidade da produção doméstica e uso de extratos orgânicos de folhas de neem, como alternativa para o controle de pragas da cultura da couve em condições de campo. Um experimento foi conduzido a campo, com o plantio de couve-manteiga, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, considerando cinco repetições e cinco tratamentos (extrato comercial de neem - OC, extrato aquoso de folha fresca de neem - EAF, extrato etanólico de folha fresca de neem - EEF, extrato aquoso de folha desidratada de neem - EAP e controle - CONT). Semanalmente foram amostradas as pragas da cultura, para indicação da necessidade de aplicação dos bioinseticidas, considerando como parâmetro o nível de controle de 10% de infestação das pragas pré-definidas. A produtividade comercializável dos tratamentos foi verificada com a realização de sete colheitas, com a classificação de acordo com o dano sofrido. Os extratos produzidos alcançaram produtividade comercializável em mesmo nível estatístico que o extrato comercial de neem (OC) e superior ao tratamento controle. O OC alcançou maior viabilidade com o índice de custo-benefício de 1:46,39, seguido do EEF com 1:31,16, EAF com 1:27,20 e EAP com 1:12,40. Todos os extratos produzidos se mostraram viáveis, gerando efeito positivo sobre a produtividade comercializável, indicando potencial adoção como alternativa para os pequenos produtores, à aquisição de extratos comerciais de neem ou à inseticidas sintéticos, para o controle de insetos praga da couve.

PALAVRAS CHAVE: Bioeconomia; Bioinseticida; Inseticida natural; Bioextratos; Brassicas.

ABSTRACT: The increasing concern for food quality, combined with the growing need for pesticides in food production, especially in vegetables, has reinforced the search for research and development of natural bioinsecticides that enable pest control as an alternative to synthetic insecticides without posing risks to human

health. Neem (Azadirachta indica A. Juss) is already known for its effects on insects, and its seed oil is commercially available as an insecticide. Most vegetable producers are small-scale farmers with low purchasing power, often relying on subsistence farming. In this context, the possibility of producing homemade neem extracts for insecticidal use, derived from the plant's leaves, emerges as a more accessible alternative. This study aimed to analyze the performance in terms of marketable productivity and the feasibility of home production and use of organic neem leaf extracts as an alternative for pest control in kale crops under field conditions. An experiment was conducted in the field with the cultivation of butter kale, using a completely randomized design, with five replications and five treatments (commercial neem extract - OC, aqueous extract of fresh neem leaves - EAF, ethanolic extract of fresh neem leaves - EEF, aqueous extract of dehydrated neem leaves - EAP, and control - CONT). Weekly, crop pests were sampled to determine the need for bioinsecticide application, considering a 10% infestation threshold as the control level for pre-defined pests. Marketable productivity of the treatments was assessed through seven harvests, with classification based on the damage suffered. The produced extracts achieved marketable productivity at a statistically equivalent level to the commercial neem extract (OC) and superior to the control treatment. The OC treatment had the highest feasibility, with a cost-benefit ratio of 1:46.39, followed by EEF (1:31.16), EAF (1:27.20), and EAP (1:12.40). All produced extracts were viable and had a positive effect on marketable productivity, indicating their potential adoption by small-scale farmers as an alternative to commercial neem extracts or synthetic insecticides for kale pest control.

KEY WORDS: Bioeconomy; Bioinsecticide; Natural insecticide; Bioextracts; Brassicas.

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação da sociedade com o consumo de alimentos livres de substâncias químicas, sintéticas e tóxicas tem estimulado práticas produtivas mais sustentáveis e consequentemente alimentos mais seguros (Kumar *et al*., 2022). Durante a revolução verde, a busca mundial pelo aumento da produção de alimentos, foi acompanhada pelo crescente uso de pesticidas sintéticos para o controle de pragas e ervas daninhas, juntamente com a mecanização agrícola e uso de insumos químicos (Hassaan e El Nemr, 2020).

Especificamente no caso das hortaliças folhosas, onde as pragas causam grandes perdas atacando as partes comercializáveis (folhas, talos, flores ou inflorescências), práticas de controle são necessárias para manter bom aspecto visual do produto, valor comercial, assegurando a integridade, qualidade e segurança do alimento (Holtz *et al.*, 2015; Moura *et al*., 2019). Segundo Ponce *et al.* (2021), os maiores prejuízos na produção de couve são causados pelo ataque de pragas, que podem comprometer a sua totalidade, bem como o controle representar cerca de 50% do custo total de produção.

Os inseticidas sintéticos são a forma de controle mais usada pelos agricultores, porém, seu uso muitas vezes de forma indiscriminada, causa danos à saúde humana, através da ingestão, inalação e também pelo contato com a pele através do manuseio nas práticas agrícolas, bem como ao meio ambiente através da contaminação da água e impactos sobre a biodiversidade. Consequentemente, a busca por métodos de produção mais seguros e a necessidade de substituir pesticidas sintéticos por alternativas naturais menos prejudiciais tem crescido em todo mundo (Hassaan e El Nemr, 2020).

A literatura aborda que a alta exposição de agricultores e trabalhadores agrícolas à pesticidas, causa efeitos adversos à saúde humana como genotoxicidade, danos no DNA entre outros distúrbios e patologias (Kapeleka, Sauli e Ndakidemi, 2021; Sabarwal, Kumar e Singh, 2018). A Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), através do programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA), analisou diversas amostras de hortaliças e frutas de diferentes pontos de comercialização no Brasil entre 2018 e 2019, e detectou que 32,86% das amostras das brássicas (couve, brócolis e repolho) estavam irregulares, ou seja, com resíduos de agrotóxicos acima do limite permitido ou com princípios ativos sem registro nos órgãos reguladores para uso na cultura. Especificamente para a couve, 33,71% das amostras estavam irregulares, sendo que somente 51,43% estavam totalmente livres de resíduos de agrotóxicos (Anvisa, 2023).

Diante desse cenário, cresce a demanda por alternativas seguras e de baixo custo que reduzam a dependência de defensivos químicos e tragam alternativas mais sustentáveis na perspectiva da saúde única, tema que tem ganhado espaço nas pesquisas e ampliado o uso dos produtos botânicos naturais (CDC, 2024). O popular neem (*Azadirachta indica A. Juss*) se destaca como uma fonte rica de compostos funcionais e com reconhecido potencial de uso inseticida (Kumar *et al*., 2022; Neves *et al.*, 2008). O neem é uma árvore perene originaria do sul e sudeste da Ásia, mas bastante difundida por vários países, inclusive no Brasil. Possui uma diversidade de compostos bioativos, dos quais se destaca a azadiractina, com propriedades inseticidas, fungicidas e medicinais (Ogbuewu *et al.*, 2011; Schmutterer, 1990).

A sua utilização mais comum na agricultura ocorre na forma de óleo extraído das sementes, o qual é comercializado como inseticida e fungicida. No Brasil, atualmente existem 19 produtos produzidos a partir do neem, aprovados e com registro para comercialização para uso nos sistemas orgânico e convencional (AGROFIT, 2024; MAPA, 2024). Porém, pode ser utilizado de outras formas como: o uso da torta da prensagem das sementes e frutos, extratos orgânicos comerciais ou de produção caseira, obtidos através de solventes (água, etanol, entre outros), utilizando-se de folhas, sementes, cascas ou outras partes da planta, na forma de pó ou partes frescas (Costa *et al.*, 2016; Neves *et al*., 2008; Schmutterer, 1990).

Dessa forma, trata-se de uma alternativa essencial para a produção orgânica, além de poder ser utilizada em conjunto com o manejo integrado de pragas (MIP), devido à sua alta seletividade para insetos benéficos. Ademais, seu uso sinérgico com outros produtos tem demonstrado ganhos de eficiência e contribuído para a quebra de resistência, oferecendo vantagens ecológicas significativas, como biodegradabilidade, baixa toxicidade para predadores naturais e segurança para os seres humanos (Braga *et al*., 2021; Campos *et al.*, 2016; Kumar *et al.*, 2022; Mordue (Luntz) & Nisbet, 2000; Morgan, 2009; Schmutterer, 1990).

Tais características se alinham também com a perspectiva de ser uma solução eficiente e acessível às necessidades dos agricultores familiares, que compõem a maior parte dos estabelecimentos agrícolas do Brasil (IBGE, 2017) e enfrentam desafios como o acesso limitado a recursos financeiros e assistência técnica (Bezerra e Schlindwein, 2017; Santos *et al.*, 2023), tornando a questão econômica um ponto importante a ser discutido, visto que o uso continuo e indiscriminado de agrotóxicos nos últimos anos tem elevado o custo de produção, pelo desenvolvimento de resistência por parte dos insetos, além da eliminação dos inimigos naturais. Como consequência, torna-se necessário maior número de aplicações, elevando o custo de produção (Buragohain *et al.*, 2021; Campos *et al.*, 2016; Schmutterer, 1990).

Nesse sentido, o estabelecimento de alternativas de baixo custo para o controle de pragas e a viabilização da produção de alimentos, além de contribuir na possibilidade de geração de renda, promove a inclusão social e segurança alimentar, bem como a melhoria da qualidade de vida dos agricultores familiares. O uso de extratos caseiros de neem, especialmente a partir de folhas, pelo fato da menor produção e disponibilidade de sementes, pode ser uma solução assertiva para uma agricultura mais sustentável e direcionada aos agricultores familiares (Campos *et al.*, 2016; Kumar *et al.*, 2022; Martinez, 2011).

Estudos científicos já publicados sobre o neem relataram sua eficiência no uso para o controle de diversas pragas e em diversas culturas, porém a maioria avalia o uso de óleo de neem comercial e ou extratos obtidos das sementes de neem (Buragohain *et al.*, 2021; Choudhury *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2016; Divekar *et al.*, 2024; Moraes *et al.*, 2025; Saucke, Dori e Schmuterrer, 2000; Senthil Nathan *et al.*, 2007; Shoaib *et al.*, 2010). Poucos estudos relacionados à avaliação dos extratos de produção doméstica a partir de folhas para o controle de pragas em condições de campo (Habarurema *et al.*, 2022; Kamunhukamw *et al.*, 2022; Srinivasan *et al.*, 2019; Viana, Prates e Ribeiro, 2006), e nenhum com sua aplicação para a cultura da couve.

Diante desse contexto, a pesquisa objetivou verificar a viabilidade e o desempenho do uso de extratos bioinseticidas produzidos a partir de folhas de neem como alternativa para o controle de pragas, em relação a produtividade comercializável de couve em condições de campo.

A mensuração do custo-benefício de utilização dos extratos, é importante pois demonstra de uma forma clara e com linguagem simples a viabilidade ou não dos mesmos, já que normalmente as decisões são tomadas com base em fatores econômicos. O demonstrativo da razão entre benefícios e custos gerados torna um indicativo das melhores opções disponíveis (Souza e Clemente, 2008).

A pesquisa contribui para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 1, 3, 11, 12 e principalmente o ODS 2 - Fome zero e agricultura sustentável, da agenda 2030 da ONU, promovendo práticas agrícolas mais acessíveis, ambientalmente mais responsáveis e promoção do crescimento econômico (ONU, 2024).

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. A árvore Neem e compostos ativos

O neem (*Azadirachta indica A. Juss*), é uma das plantas mais estudadas no mundo por conta de suas propriedades, com potencial promissor para o século XXI para as áreas de manejo e controle de pragas na agropecuária, proteção ambiental e medicina (Ogbuewu *et al.*, 2011).

É uma árvore perene da família Meliaceae (mogno) com crescimento rápido, atingindo cerca de 25 metros de altura em climas tropicas com precipitação anual de pelo menos 400 à 800mm. Originaria do sul e sudeste da Ásia (principalmente no subcontinente Indiano), já difundida por diversos países tropicais e subtropicais da África, América e Austrália, possui capacidade de adaptação, se desenvolvendo em diferentes condições climáticas, de solo e topográficas. É utilizada como alternativa para reflorestamento, arborização urbana, produção de madeira e principalmente produção de frutos para extração do óleo (Schmutterer, 1990).

No Brasil, ficou popularmente conhecido como nim, sendo introduzido em 1986 pela Fundação IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná (atual IDR - Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (Martinez, 2011). Todas as regiões do país, possuem condições climáticas adequadas ao cultivo do neem, exceto a região sul, que restringe a produção de sementes. A maior parte das plantações atuais no Brasil tem como finalidade a produção de frutos e sementes para a extração de óleo de neem, sendo que a produtividade média anual de 5kg de sementes /arvore ou 1.250kg/ha (hectare) é considerado boa nas plantações brasileiras (Neves *et al.*, 2008).

A substância ativa de maior concentração é a azadiractina, sendo também a de maior efeito sobre os insetos (Butterworth e Morgan, 1971; Morgan, 2009). Sua maior concentração é nas sementes (Neves *et al.*, 2008; Schmutterer, 1990), porém, com teores que oscilam bastante em função de fatores como o armazenamento das sementes, clima, solo, precipitação, estação e variação anual (Kumar *et al.*, 2022; Morgan, 2009).

Além da azadiractina, mais de 100 compostos bioativos podem ser extraídos do neem como: meliantriol, salanina, nimbina, nimbidina, nimbinina, nimbolidos, quercetina, ácidos graxos (oleico, esteárico, palmítico e linoleico), antioxidantes, triglicerídeos, etc (Campos *et al.*, 2016; Kumar *et. al.*, 2022). O efeito sinérgico entre os compostos, que torna a planta mais eficiente e dificulta a criação de resistência por parte dos insetos.

Embora a azadiractina ocorra em maior concentração nas sementes, a mesma pode ser encontrada, juntamente com outros compostos bioativos, nas demais partes da planta, como folhas, flores, cascas, polpa do fruto, galhos e raízes, resultando em propriedades repelentes, antialimentares, antimicrobianas, antissépticas, contraceptivas, antipiréticas, antiparasitárias, antioxidantes, fúngicas e inseticidas (Kumar *et al.*, 2022; Mordue (Luntz) e Nisbet, 2000; Morgan, 2009; Neves *et al.*, 2008).

A forma mais comum pela qual o neem é aplicado na agricultura, é através da utilização do óleo de neem, extraído das sementes, comercializado como inseticida e fungicida. Porém, existem outras formas de utilização como extratos orgânicos a base de água, etanol, ou outros solventes, utilizando-se de folhas, sementes, cascas ou outras partes da planta, na forma de pó ou partes frescas (Costa *et al.*, 2016; Phambala *et al.*, 2020; Schmutterer, 1990).

A produção de extratos é possível através da técnica da imersão de partes da planta em água, álcool ou outros solventes. Nesse processo, as substâncias ativas são dissolvidas pelo solvente e incorporadas à solução. Para aumentar a eficiência da extração, é comum triturar ou macerar a planta, obtendo pó ou pasta. O extrato obtido mantém a azadiractina e outras substâncias com propriedades inseticidas, possibilitando a aplicação em plantas. A extração aquosa é a técnica mais utilizada pela facilidade e baixo custo. A produção de sementes ocorre apenas em algumas épocas do ano e estão limitadas a condições climáticas mais especificas, a disponibilidade de folhas ocorre o ano todo e em maior volume (Neves *et al.*, 2008).

2.2. Efeitos do Neem sobre os insetos

Os produtos derivados do neem possuem efeitos comprovados sobre os insetos, incluindo dissuasão, repelência, efeito antialimentar e regulador de crescimento. Outros efeitos abrangem interferência na metamorfose dos insetos, esterilidade ou redução da capacidade reprodutiva, antioviposição, ação ovicida, defeitos morfológicos, entre outros, com maior impacto sobre os insetos fitófagos, ou seja, que se alimentam das partes da planta (Campos *et al.*, 2016; Carvalho *et al.*, 2017; Chan *et al.*, 2023; Degaga e Degaga, 2024; Kumar *et al.*, 2022; Martinez, 2011; Morgan, 2009; Ngosong *et al*., 2021; Ogbuewu *et al.*, 2011; Schmutterer, 1990; Shoaib *et al.*, 2010).

O comportamento antialimentar foi o primeiro a ser relatado, que juntamente com os efeitos de repelência, dissuasão e antioviposição, estão ligados a sensibilidade sensorial e quimioreceptadores presentes no aparelho bucal dos insetos. Existe grande variação de sensibilidade sensorial entre os insetos (Mordue (Luntz) e Nisbet, 2000). Ocorre também o efeito antialimentar secundário, onde a azadiractina e outros compostos ativos ao serem ingeridos, atuam sobre o aparelho digestivo do inseto, inibindo a sua alimentação (Schmutterer, 1990).

Mais conhecido como efeito regulador de crescimento, são alterações provocadas na síntese e liberação dos ecdisteróides, que afetam diretamente o desenvolvimento e a metamorfose dos insetos, resultando em malformações, esterilidade e mortalidade (Mordue (Luntz) e Nisbet, 2000). Este efeito ocorre principalmente pela ingestão, podendo ocorrer também por contato tópico, sendo que as fazes mais jovens tendem a ser mais susceptíveis (Schmutterer, 1990).

Silva e Martinez (2004) indicam que o neem apresenta toxicidade relativamente seletiva, afetando majoritariamente os insetos fitófagos (pragas), tendo em vista a maior toxicidade por ingestão. Insetos predadores como a joaninha (*Cycloneda sanguinea*), apresentam alta tolerância ao neem, tendo uso potencial em pacotes de manejo integrado de pragas.

Chan *et al.* (2023) e Neves *et al.* (2008) observaram a sensibilidade da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), importante praga do milho, à óleo comercial de neem e extrato aquoso de folhas de neem. Shoaib *et al.* (2010) verificaram o efeito antialimentar e inviabilização dos ovos do caramujo terrestre (*Monacha obstruta*). Zhong, Lv e Qin (2017) verificaram a sensibilidade da *Tirathaba rufivena walker*, praga importante da palmeira areca na China. Carvalho *et al.* (2017) alcançaram mortalidade de 81% das ninfas de primeiro instar da mosca negra dos citros (*Aleurocanthus woglumi Ashby*), com pulverização de solução aquosa de folhas de neem a 20%. Srinivasan *et al.* (2019) verificaram o efeito sobre o controle do pulgão na produção de feijão de metro (*Vigna unguiculata sesquipedalis*) no Camboja. Divekar *et al.* (2024) verificaram redução das populações de *L. erysimi, P. xylostella e P. brassicae* com aplicações de óleo de neem. O mesmo efeito sobre a *Plutella xylostella*, entre outras pragas, foi observado por Ngosong *et al.* (2021) em cultivos de repolho. Buragohain *et al.* (2021), também relataram eficiência no controle da *Tuta absoluta*, combinando neem com um pacote de manejo integrado de pragas (MIP) reduzindo pela metade o custo com controle de pragas e mantendo-se o nível de produção.

2.3. Cultura da couve e principais pragas

A couve, também conhecida como couve-folha ou couve de folha (*Brassica oleracea L. var. acephala*), é uma hortaliça folhosa da família Brassicacea, sendo originária do continente Europeu. Cerca de 3.700 espécies compõem a família Brassicacea, que engloba também o repolho, couve-flor, brócolis, entre outras. O consumo da couve tem aumentado gradativamente, provavelmente devido as descobertas e difusão das suas propriedades nutricionais, destacando-se em relação à outras hortaliças folhosas, tendo maior conteúdo de

proteínas, carboidratos, fibras, ferro, cálcio, vitamina A, iodo, niacina e vitamina C (Holtz *et al.*, 2015; Trani *et al.*, 2015).

De acordo com o último Censo Agropecuário, em 2017 foram produzidas no Brasil 161.986 toneladas de couve, equivalendo à R$ 320,61 milhões de reais oriundos de 71.279 estabelecimentos produtores. São Paulo é o maior produtor nacional, como 65.057 toneladas (40,16% da produção), seguido de Rio de Janeiro (14,72%), Minas Gerais (9,91%) e Rio Grande do Sul (5,29%) (IBGE, 2017). O perfil das propriedades produtoras de brássicas é bastante heterogêneo, ou seja, existem grandes propriedades com produção em grande escala, bem como pequenos produtores voltados a produção de subsistência ou comercialização local, com maior diversidade de culturas produzidas e com pouca ou sem nenhuma tecnologia (Melo *et al.*, 2017).

Os maiores prejuízos da cultura estão ligados ao ataque de pragas, que podem comprometer até 100% da produção em alguns casos, necessitando de constantes aplicações de inseticidas, que podem representar até 50% do custo de produção da cultura. A principal praga da cultura da couve, dentro do contexto econômico e de danos a produção, é a *Plutella xylostella (Linnaeus*), que é difundida mundialmente e pode sozinha representar os danos e proporção de custos citados acima (Ponce *et al.*, 2021).

Outras pragas lepidópteras também podem causar prejuízos importantes, como curuquerê-da-couve (*Ascia monuste orseis* (*Latreille*)), a broca-da-couve (*Hellula phidilealis* (*Walker*)), e a falsa-medideira (*Trichoplusia ni* (*Hübner*) (Holtz *et al.*, 2015). Michereff Filho *et al.* (2021) indicam ainda como pragas secundarias, a mosca-branca e pulgões, sendo vetores de doenças, além de interferirem no desenvolvimento normal da planta, por se alimentarem da seiva da mesma.

2.4. Analise de viabilidade através de índice de custo-benefício

A análise de custo-benefício ganhou notoriedade no século XIX sendo bastante utilizada nos Estados Unidos como parte de um modelo de avaliação de projetos, na qual sua utilização era baseada na necessidade de se ter ferramentas e métodos consistentes para medir custos e benefícios, servindo como embasamento para tomada de decisão (Abelson, 2020).

Segundo Persky (2001) a análise de custo-benefício fornece a abordagem econômica dominante que permite um diálogo entre economistas, gestores governamentais e leigos em geral, sobre a conveniência de programas públicos e projetos de investimento.

De forma mais teórica e ampla, Pereira Junior *et al.* (2020) contextualizam a análise marginal de custo-benefício como um princípio econômico, traduzido em método para o seu cálculo, o qual faz parte do arcabouço teórico fornecido pela economia para que o administrador consiga tomar decisões (sobre investimentos ou relacionado a gestão como um todo) para manter sua empresa saudável. Garrison, Noreen e Brewer (2012), complementam a importância de decisões difíceis serem tomadas embasadas em informações claras e consistentes.

Segundo Souza e Clemente (2008), o índice Benefício/Custo (IBC) é uma medida de quanto se espera ganhar por unidade de capital investido. É usada para efeito de se aceitar ou rejeitar projetos. De forma geral, citam-no como uma razão entre o fluxo de benefícios de um projeto e o fluxo de investimentos, onde custo é tudo que é desfavorável aos objetivos do projeto, e benefício é tudo que é favorável. Benefícios e custos precisam estar expressos na mesma unidade, basicamente onde a única que se mostrou viável foi o dinheiro. Dessa forma pode ser aplicado à análise de qualquer projeto.

Nesse contexto, Souza e Clemente (2008) trazem a seguinte formula para o cálculo:

Índice Benefício/Custo (IBC) = Valor presente do fluxo dos benefícios / valor presente do fluxo dos investimentos

Se o índice for menor que um (<1), sinaliza que os custos são maiores que os benefícios,

indicando a inviabilidade do projeto. Se o índice for maior que um (>1), sinaliza que os benefícios são maiores que os custos, indicando a viabilidade e que o projeto merece continuar sendo analisado (Souza e Clemente, 2008).

Pereira Junior *et al.* (2020), indica que na luz do princípio econômico da análise marginal de custo-benefício, os projetos devem ser aprovados somente quando os benefícios adicionais superarem os custos adicionais. O que resume as decisões financeiras, em última análise, a uma avaliação de seus benefícios e custos marginais.

Garrison, Noreen e Brewer (2012) tratam a análise de custo-benefício no contexto de análise diferencial, focando nos custos e benefícios que diferem entre as alternativas, tratando-os como custos e benefícios relevantes. Nas suas visões os custos e benefícios irrelevantes, ou seja, que ocorrem independente da opção adotada, podem ser ignorados, economizando tempo e esforço para sua mensuração e alcançando maior qualidade nas decisões a serem tomadas. A tomada de decisão já é, em geral, uma tarefa difícil, onde a incorporação de dados irrelevantes que não afetam o resultado, só aumenta sua dificuldade. Os custos e benefícios assumem condição de relevantes ou irrelevantes de acordo com o contexto da situação a ser analisada. Ou seja, numa determinada situação podem ser relevantes, já em outro contexto, serem irrelevantes. Cada situação de decisão deve ser analisada cuidadosamente para isolar os custos e benefícios relevantes.

Na atualidade a análise custo-benefício tem sido amplamente usada em artigos científicos, como ferramenta para determinar a eficácia do uso de tecnologias inteligentes em várias áreas da vida humana (Majerova e Abdrazakova, 2021). Como exemplos relacionados à área da horticultura e à agricultura familiar, comparando custo-benefício entre inseticidas botânicos e sintético no controle de pragas, citamos Amoabeng *et al.* (2014), Choudhury *et al.* (2021), Divekar *et al.* (2024); Rajappan *et al.* (2000) e Seni *et al.* (2025).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Um experimento à campo foi montado e conduzido, com a cultura da couve manteiga (*Brassica oleracea*) variedade Royal Crop da Takii Seed, em área experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul. As coordenadas do local são 22°11'57.9"S 54°56'16.6"W.

O solo foi preparado realizando a subsolagem e gradagem, aplicando-se a adubação com NPK, adubo orgânico (cama de frango) e calcário, com base no resultado da análise de solo e recomendação de Trani *et al.* (2015). O plantio foi realizado dia 01/06/2024, sendo conduzido até dia 10/10/2024. A cada 15 à 20 dias fez-se adubação de cobertura com NPK, de acordo com Trani *et al*. (2015). Utilizou-se sistema de irrigação por gotejamento de acordo com a necessidade.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, considerando cinco tratamentos e cinco repetições (parcelas). Cada repetição foi composta por oito plantas dispostas em duas fileiras, espaçadas por 80 cm entre fileiras e 50 cm entre plantas. A distância utilizada entre repetições foi de 1,2 metros. Os tratamentos utilizados foram: (1) extrato comercial de neem (OC) – Openeem Valente® (3mL/litro de água), (2) extrato aquoso da folha fresca de neem triturada (EAF), (3) extrato etanólico de folha fresca de neem triturada (EEF), (4) extrato aquoso de folha desidratada de neem (EAP) e (5) controle (CONT – água).

3.1. Produção dos extratos de neem

Para a produção dos extratos bioinseticidas, no caso dos extratos aquoso e etanólico de folhas frescas de neem trituradas, as folhas de neem foram coletadas no Campus da UFGD (Unidade II), retirando-se os pecíolos, para posterior pesagem e trituração em liquidificador. Para o extrato aquoso de folha fresca de neem (EAF), a proporção utilizada para a realização

da imersão de 24h e produção do extrato foi de 15g de folhas para cada litro de água (1,5% - P/V) (Srinivasan *et al.*, 2019). Para o extrato etanólico de folha fresca de neem (EEF) o solvente utilizado foi o álcool etílico 75%, com o tempo de imersão de 7 dias e proporção de 250g folhas/L (Mussury *et al.*, 2012).

Já o extrato aquoso de folha de neem desidratada, depois de coletadas, as folhas foram secas à sobra ou em estufas de ventilação forçada, até ficarem quebradiças, para então serem trituradas e transformadas em pó. A proporção utilizada para a realização da imersão de 24h foi de 115g de pó/litro de água (11,5% - P/V) (Viana, Prates e Ribeiro, 2006).

Decorrido o tempo de imersão, os extratos foram filtrados com auxílio de peneira fina e tecido de voil, sendo imediatamente aplicados. Para o EEF, que gera um extrato concentrado, o mesmo foi armazenado em embalagem fechada em geladeira, para uso conforme necessário, sendo diluído na aplicação à 10ml/L de água. A cada litro de imersão o EFF obtivemos 0,530L de extrato.

3.2. Aplicação dos extratos

Semanalmente foi realizado a amostragem de pragas verificando a população de larvas de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), pulgões adultos, larvas de broca-da-couve (*Hellula phidilealis*) e adultos da mosca-branca (*Bemisia tabaci*), nas oito plantas componentes de cada repetição (Moura *et al.*, 2019). Para que a eficiência de controle do tratamento refletisse no número de aplicações e consequentemente no custo final do tratamento, utilizamos um nível de controle como indicativo da necessidade da aplicação do mesmo, sendo o alcance de 10% de infestação das plantas para o pulgão, *P. xylostella* ou *H. phidilealis* (Holtz *et al.*, 2015; Moura *et al.*, 2019). Para o tratamento OC foram necessárias 17 aplicações e para os EAF, EAP e EEF foram necessárias 19 aplicações.

As aplicações dos tratamentos, quando necessárias, foram realizadas duas vezes na semana, no dia seguinte e quarto dia após a amostragem, sempre ao final do dia, utilizado pulverizador manual de 2 L com bico regulável e pressão de até 2 Bar, seguindo a proporção de 300L de calda/ha. Foi utilizado 2,5 mL de detergente neutro/litro de água como espalhante adesivo, conforme prática adotadas pelos produtores orgânicos locais, com exceção do Openeem que já supre tal efeito.

3.3. Produtividade

Para avaliar a produtividade comercializável dos tratamentos, foram realizadas 7 colheitas, das quatro plantas centrais de cada repetição, iniciando no 45º dia após o transplante e repetida a cada 14 dias. Foram consideradas comercializáveis as folhas com tamanho de limbo foliar maior que 15cm, sem danos de pragas ou com dano resultando em perda de área foliar de até 5% (Ponce *et al.*, 2021). Foi anotado a produtividade comercializável agrupada das quatro plantas por parcela, considerando o número de folhas e o peso.

3.4. Analise estatística

Os dados de produtividade comercializável acumulada das quatro plantas em número de folhas e peso, foram submetidos a análise de normalidade pelo teste Shapiro Wilk, análise de variância (ANOVA) e teste Tukey, considerando o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), utilizado o software Sisvar (V 5.6).

3.5. Analise de custo-benefício

Os custos e benefícios relevantes, ou seja, adicionais resultantes de cada tratamento, foram mensurados e projetados tendo por base a área de 1 hectare (ha). A estimativa da produtividade por hectare foi obtida multiplicando a produção média por planta pela população

de plantas por hectare (25.000 plantas/ha), referente ao espaçamento usado (0,8 m x 0,5 m). A produtividade em kg/planta foi convertida em número de maços considerando o peso médio de 400g/maço (Trani *et al.*, 2015) e o preço de venda considerado foi de R$ 2,5 reais/ maço (praticado pelo Ceasa/MS durante o período da colheita) (Ceasa/MS, 2024). O benefício adicional dos tratamentos, foi representado pela parcela de receita gerada a maior pelo respectivo tratamento, em relação a receita gerada pelo tratamento controle (CONT).

Na mensuração do custo adicional específico de cada tratamento, foi considerado despesas com mão-de-obra e materiais necessários para o preparo e aplicação do mesmo, projetando a necessidade para 1ha, levando em consideração o número de aplicações conforme necessidade durante o experimento e o volume de calda aplicado (300 L/ha). Os tempos de utilização de mão de obra e materiais consideram o preparo de 20L de imersão de cada vez (no caso do EAF e EAP), assim como o uso de pulverizador costal de 20L para aplicação. O volume de cada imersão considerada para o EEF foi de 2L. No caso do EAP, as tarefas de coleta, desidratação e trituração para obtenção do pó, consideraram a produção de 5kg de pó de cada vez.

Para o custo dos materiais, utilizamos os valores pagos para aquisição durante o experimento, assim como o valor de 115 reais/L de Openeem referente ao valor de sua comercialização em Dourados na época do experimento. Como parâmetro do custo da mão de obra, adotamos o valor médio da hora trabalhada de R$ 15 reais, pago na região aos trabalhadores rurais diaristas (R$ 120 reais, referente à uma diária de 8h), conforme consulta feita junto aos mesmos. Os valores são apresentados em dólar americano (US$) considerando a cotação de R$ 5,5074 para US$ 1 (cotação média durante o período do experimento). A formula utilizada para o cálculo do índice de custo-benefício é dada por Souza e Clemente (2008):

Índice de custo-benefício = Valor presente do fluxo dos benefícios / valor presente do fluxo dos investimentos

Índice inferior a 1 indica inviabilidade do tratamento, enquanto valores maiores que 1 indicam viabilidade econômica do tratamento, expressando que os benefícios são maiores que os custos demandados. Quanto maior o índice, maior sua viabilidade (Souza e Clemente, 2008).

4. RESULTADOS

4.1. Produtividade comercializável

A análise de variância (ANOVA) dos dados de produtividade comercializável de couve em número de folhas e peso médio por parcela (acumulado das 4 plantas componentes), apontou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, considerando o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Da mesma forma, o teste de Tukey reportou diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Tabela 1).

TABELA 1. Produtividade comercial média em número de folhas e em quilos, considerando o acumulado das quatro plantas colhidas na parcela, obtidas através da aplicação de diferentes extratos de neem

Tratamentos	**Prod. Comercial (Folhas/parcela)**	**Prod. Comercial (kg/parcela)**
Extrato comercial de neem (OC)	313,80 ±13,76 A	18,187 ±1,75 A
Ext. aq. de folhas frescas de neem (EAF)	314,20 ±5,88 A	17,141 ±0,89 A
Ext. et. folhas frescas de neem (EEF)	301,20 ±13,38 A	16,600 ±0,67 A
Ext. aq. de folha desidratada de neem (EAP)	310,60 ±11,20 A	16,511 ±1,14 A
Controle (CONT)	215,60 ±18,12 B	11,941 ±1,34 B
CV (%)	5,03	8,47

Valores expressos como média ± desvio padrão. Letras distintas em uma mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p<0,05). CV – Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Na produtividade comercial alcançada, todos os tratamentos com os extratos produzidos foram superiores ao tratamento controle (CONT), não diferindo entre si e mantendo equivalência à produtividade comercial obtida com o tratamento do extrato comercial de neem (OC). Em relação aos dados de produtividade comercial em número de folhas, o extrato aquoso de folha fresca de neem (EAF) apresentou produtividade média acumulada por parcela de 314,2 folhas, seguido do extrato comercial (OC) com 313,8 folhas/planta, do extrato aquoso de folha desidratada de neem (EAP) com 310,6 folhas/planta e do extrato etanólico de folha fresca de neem (EEF) com 301,2 folhas/planta. O tratamento controle obteve 215,6 folhas/planta.

Quanto aos dados de produtividade comercial em quilos (Tabela 1), manteve-se o mesmo cenário, sendo que o extrato comercial (OC) apresentou a média de 18,187kg/planta, seguido do extrato aquoso de folha fresca de neem (EAF) com 17,141kg/planta, do extrato etanólico de folha fresca de neem (EEF) com 16,6kg/planta e do extrato aquoso de folha desidratada de neem (EAP) com 16,511kg/planta. O tratamento controle obteve 11,941g/planta.

4.2. Cálculo do índice de custo-benefício

4.2.1. Mensuração do benefício adicional dos tratamentos

Abaixo apresentamos a Tabela 2 com o demonstrativo da mensuração dos benefícios adicionais alcançados pelos tratamentos em relação ao tratamento controle (CONT), convertidos em US$/ha.

TABELA 2. Calculo de benefícios adicionais gerados pelos tratamentos

Tratamento	OC	EAF	EFF	EAP	CONT
Produtividade acumulada das 4 plantas da parcela (kg)	18,187	17,141	16,600	16,511	11,941
Produtividade média comercializável (kg/Planta)	4,54	4,28	4,15	4,13	2,99
Produtividade (Toneladas/ha)	113,50	107,00	103,75	103,25	74,75
Produtividade (maços/ha)	283.750	267.500	259.375	258.125	186.875
Preço médio do maço em US$ (Ceasa/MS)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Receita gerada (US$/ha)	127.687,50	120.375,00	116.718,75	116.156,25	84.093,75
Benéfico adicional (US$/ha)	**43.593,75**	**36.281,25**	**32.625,00**	**32.062,50**	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O tratamento com maior benefício adicional gerado foi o que utilizou a aplicação de extrato comercial de neem (OC), gerando US$ 43.593,75 dólares acima da receita gerada no tratamento controle (CONT). Os tratamentos utilizando os extratos de produção própria também geraram benefícios, sendo: extrato aquoso de folha fresca de neem (EAF) - US$ 36.281,25, extrato etanólico de folha fresca de neem (EEF) - US$ 32.625,00 e extrato aquoso de folha desidratada de neem (EAP) - US$ 32.062,50 dólares.

4.2.2. Mensuração dos custos adicionais dos tratamentos

Os custos relevantes ou adicionais de cada tratamento são demonstrados na Tabela 3 abaixo, em US$/ha. O tratamento que apresentou o maior custo foi o EAP com US$ 2.585,82/ha, seguido do EAF com US$ 1.333,69/ha e EEF com US$ 1.046,97/ha. O tratamento com o menor custo foi o OC com US$ 939,74/ha.

TABELA 3. Custos adicionais dos tratamentos, em US$, projetados para a área de 1ha, seguindo as condições e tempo de condução do experimento.

Tratamentos	Custos adicionais referente ao tratamento (em US$/ha)
Extrato comercial de neem (OC)	939,74
Ext. aq. de folhas frescas de neem (EAF)	1.333,69
Ext. et. folhas frescas de neem (EEF)	1.046,97
Ext. aq. de folha desidratada de neem (EAP)	2.585,82

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.2.3. Índice de custo-benefício

Após a estratificação dos benefícios e custos adicionais dos tratamentos, apresentamos abaixo a Tabela 4 com o demonstrativo do cálculo do índice de custo-benefício dos respectivos tratamentos.

TABELA 4. Cálculo do índice de custo-benefício dos tratamentos

Tratamento	Benefício em US$/ha (receita adicional ao tratamento controle)	Custo do tratamento (US$/ha)	Indice custo-benefício
Extrato comercial de neem (OC)	43.593,75	939,74	1:46,39
Extrato aquoso de folha fresca de neem (EAF)	36.281,25	1.333,69	1:27,20
Extrato etanólico de folha fresca de neem (EFF)	32.625,00	1.046,97	1:31,16
Extrato aquoso de folha desidratada de neem (EAP)	32.062,50	2.200,21	1:12,40

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Todos os tratamentos utilizando extratos de neem alcançaram índice de custo-benefício maior que um, ou seja, são viáveis gerando benefício maior que o custo dispendido para a realização do tratamento. O extrato comercial de neem (OC) apresentou o índice de 1:46,39, sendo o maior entre os tratamentos, ou seja, o mais viável gerando maior retorno para cada dólar investido no tratamento. O extrato etanólico de folha fresca de neem (EFF) obteve o índice de 1:31,16, sendo o segundo melhor considerando todos os extratos e o melhor entre os extratos de produção doméstica. O extrato aquoso de folha fresca de neem (EAF) obteve o índice de custo-benefício de 1:27,20 e em última posição o extrato aquoso de folha desidratada de neem (EAP) apresentou o índice de 1:12,40.

5. DISCUSSÃO

Todos os tratamentos com os extratos de neem, na condição do experimento, foram estatisticamente superiores ao tratamento controle, resultando em maior quantidade comercializável de couve em relação as parcelas não tratadas (11,941kg/planta). Tanto o extrato etanólico de folhas frescas de neem trituradas gerando 16,6kg/planta, como os extratos aquosos

de folhas frescas trituradas (17,141kg/planta) ou de pó de folhas desidratadas (16,511kg/planta), resultaram numa produtividade comercializável estatisticamente igual à alcançada no tratamento com o extrato comercial de neem (18,187kg/planta). Analisando a produtividade média em Kg/planta, o extrato comercial e o extrato aquoso de folha fresca de neem triturada resultaram em produtividade comercial 34% e 30% maior, respectivamente, que a do tratamento controle. As evidências demonstram que tais extratos causam efeitos sobre os insetos praga, diminuindo seus ataques e consequentemente as perdas geradas.

Tais resultados foram um pouco inferiores, mas de certa foram similares aos apurados por Seni *et al.* (2025), que verificaram rendimentos produtivos de arroz utilizando óleo de neem comercial e extrato aquoso de folhas de neem de produção própria. A produtividade alcançada utilizando o extrato foi muito próxima (4,66ton/ha) da maior produtividade alcançada com o inseticida sintético (4,68ton/ha) e acima da obtida com o óleo de neem comercial (4,33ton/ha), resultando em 51,27% de aumento de produtividade em relação ao controle, frente a 51,44% alcançada com o inseticida sintético e 47,62% com o óleo comercial de neem. Resultado similar foi observado por Choudhury *et al.* (2021) na produção de quiabo, onde tanto os tratamentos utilizando Azadiractina à 1% e inseticida sintético obtiveram produtividade similar estatisticamente, sendo cerca de 50% superior à alcançada no tratamento controle. Já Akhter *et al.* (2023) registraram aumento de produtividade ainda maior, na casa dos 65%, utilizando extrato aquoso de sementes de neem, bem como inseticida sintético, no controle de pragas lepidópteras no tomate.

O índice de custo-benefício serve como um indicador de viabilidade, ou seja, quanto maior o índice, maior é o retorno proporcionado frente aos custos necessários para a sua aplicação. Neste estudo, todos os tratamentos com os extratos, tanto o comercial como os de produção doméstica apresentaram índices acima de 1, demonstrando suas viabilidades no controle de perdas por pragas. O extrato comercial demonstrou maior viabilidade, apresentando índice de 1:46,39. Dentre os extratos de produção própria, os extratos etanólico de folhas frescas de neem trituradas e aquoso de folhas frescas de neem trituradas, mostraram maior viabilidade, com índices de certa forma próximos, apresentando 1:31,16 e 1:27,20 respectivamente. O extrato aquoso de folha de neem desidratada foi o menos interessante apresentando 1:12,40.

Nossos resultados foram superiores aos verificados por Akhter *et al.* (2023), os quais alcançaram índice de custo-benefício de 1:9,26 para o uso de extrato aquoso de sementes de neem trituradas (100g/l – aplicado a 2%), sendo inclusive superior ao índice alcançado com o inseticida sintético Benzoato de emamectina para o controle de pragas lepidópteras da cultura do tomate. Os resultados de custo-benefício verificados por Seni *et al.* (2025) também foram inferiores, sendo 1:3,74 para o extrato aquoso de folhas frescas de neem e 1:3,42 do óleo comercial de neem. Tais diferenças podem estar atreladas principalmente ao fato de serem culturas diferentes, mais ou menos afetadas por pragas, ou na própria pressão de pragas resultando em maior ou menor eficiência final. Ahmed (2020), verificaram índice de custo benefício de 1:4,61 utilizando óleo comercial de neem (Neemasol) no controle de pragas no algodão, porém considerando o valor de custos e receitas totais para o cálculo.

Trabalhos demonstram o uso do neem mais indicado para compor um pacote de manejo integrado de pragas, e não isoladamente como única forma de controle, sendo pelo efeito redução de imunidade e de quebra de resistência dos insetos à outros inseticidas (Bukhari *et al*., 2024) ou para redução de custos e riscos dos trabalhadores rurais (Ali *et al.*, 2022). Halder e Rai, (2020), obtiveram a melhor relação custo-benefício (1:7,06) ao combinar o óleo de neem juntamente com *Bacillus thuringiensis* e dois inseticidas sintéticos. Tal resultado foi mais viável que o tratamento apenas os inseticidas sintéticos (1:2,77).

De acordo com os resultados desta pesquisa os custos com a produção do extrato e aplicação do tratamento interferem diretamente na sua relação custo-benefício, onde mesmo

um tratamento apresentando um benefício relativamente maior, caso tenha um custo também significativamente maior, pode resultar em um índice de custo-benefício inferior e menos atrativo em relação à outro tratamento com benéfico inicial menor. No estudo isso ocorreu com o extrato aquoso de folhas frescas de neem trituradas (EAF) que gerou benefício maior que o extrato etanólico de folhas frescas de neem trituradas (EEF), porém, seu custo de produção também foi maior, resultando em índice de custo-benefício inferior ao do EEF.

6. CONCLUSÃO

Todos os extratos aquosos e etanólico de folhas de neem produzidos e testados nessa pesquisa com experimento a campo com a cultura da couve manteiga, geraram efeito positivo sobre a produtividade comercializável alcançada se comparado ao tratamento controle, e em mesmo nível ao extrato comercial de neem.

Tais resultados demonstram potencial de adoção dos mesmos para o controle de pragas da couve, servindo como alternativa para incorporação à pacotes de manejo integrado de pragas, potencializando a produção e gerando alimentos mais saudáveis.

Considerando os índices de custo-benefício encontrados, onde todos os extratos se mostraram viáveis, os mesmos se colocam como alternativas aos produtores, principalmente aos pequenos produtores, para o controle de pragas da cultura, tendo a possibilidade de produzirem seu próprio extrato e com flexibilidade para escolher e adotar o método que melhor se enquadra às suas condições.

7. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Prefeitura Municipal de Ponta Porã-MS, Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT-MS**),** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Governo do estado de Mato Grosso do Sul e Itaipu Binacional pelo apoio e financiamento do projeto Centro de Desenvolvimento Rural – CDR, pelo qual foi desenvolvido este estudo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELSON, P. A Partial Review of Seven Official Guidelines for Cost-Benefit Analysis. **Journal of Benefit-Cost Analysis,** v.11(2), p.272-293, 2020.

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da agricultura e pecuária- MAPA**. Brasília, 2024. Disponível em: <agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 21 Jun. 2024.

AHMED, S.; SALEEM, M.W.; ALI, A.; NISAR, M.S.; KHAN, R.R.; RASHID, A. Cost Benefit Analysis of Integration of Biocontrol Agents with Insecticides and Plant Extracts for the Management of Thrips tabaci Lin. in Bt Cotton Ecosystem. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 52, n. 5, p. 1949-1954, 2020.

AKHTER, W.; SHAH, F.M.; YANG, M.; FREED, S.; RAZAQ, M.; MKINDI, A.G.; AKRAM, H.; ALI, A.; MAHMOOD, K.; HANIF, M. Botanical biopesticides have an influence on tomato quality through pest control and are cost-effective for farmers in developing countries. **Plos One**, v. 18, n. 11, p. 1-19, 2023.

ALI, M. Y.; SALEEM, S.; NASIR, M.; IQBAL, U.; ASLAM, U.; SHAHEEN, M.; ALAMRI, S.; BASHIR, M.A.; ATTA, S.; HASHEM, M.; ALAJMI, R.A.; ALASMARI, A.; ALZUAIBR, F.M.;

ALSHEHRI, M.A. Use of botanical spray to delay application of first pesticide against sucking pests of cotton which ultimately mitigate climate change. **Journal of King Saud University Science**, v. 34, n. 3, 2022.

AMOABENG, B.W.; GURR, G.M.; GITAU, C.W.; STEVENSON, P.C. Cost:benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: Implications for smallholder farmers in developing countries. **Crop Protection**, v. 57, p. 71-76, 2014.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA**: Relatórios do programa. Brasília. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/relatorios-do-programa>. Acesso em: 18 ago. 2024.

BEZERRA, G.J.; SCHLINDWEIN, M.M. Agricultura familiar como geração de renda e desenvolvimento local: uma análise para Dourados, MS, Brasil. **Interações (Campo Grande),** v. 18, n. 1, p. 3-15, 2017.

BRAGA, T.M.; ROCHA, L.; CHUNG, T.Y.; OLIVEIRA, R.F.; PINHO, C.; OLIVEIRA, A.I.; MORGADO, J.; CRUZ, A. *Azadirachta indica* A. Juss. In Vivo Toxicity—An Updated Review. **Molecules** v. 26, n. 2, 2021.

BUKHARI, S.A.A.; UL ABDIN, Z.; CHUGHTAI, U.A.; KHAN, H.A.; AKRAM, W.; ARSHAD, M.; HIRA, H.; NAWAZ, S.; RAZIA, S.E.T. In vitro studies on the effects of plant-based bioinsecticide azadirachtin on the hemocyte-mediated immunity and various life history traits of *Plutella xylostella*. **Bulletin of Insectology**, v. 77, n. 1, p. 39-44, 2024.

BURAGOHAIN, P.; SAIKIA, D.K.; SOTELO-CARDONA, P.; SRINIVASAN, R. Development and validation of an integrated pest management strategy against the invasive South American tomato leaf miner, *Tuta absoluta* in South India. **Crop Protection,** v. 139, 2021.

BUTTERWORTH, J.H.; MORGAN, E.D. Investigation of locust feeding inhibition of seeds of neem tree, *azadirachta-indica*. **Journal of Insect Physiology,** v.17, n. 6, p. 969-977, 1971.

CAMPOS, E.V.R.; OLIVEIRA, J.L.; PASCOLI, M.; LIMA, R.; FRACETO, L.F. Neem oil and crop protection: from now to the future. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p.1-8, 2016.

CARVALHO, J.D.; NEVES, F.L.; SILVA, C.D.; BITTENCOURT, M.A.L. Biological aspects and insecticide action of plant species on eggs and nymphs of citrus black fly (*aleurocanthus woglumi ashby - aleyrodidae*) at laboratory level. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 39, n.5, p. 1-11, 2017.

CDC – U.S. Centers for Disease Control and Prevention. **About One Health**. 2024. Disponível em: <https://www.cdc.gov/one-health/about/>. Acesso em: 27 Nov. 2024.

CEASA/MS – Centrais de Abastecimento de Mato Grosso do Sul. **Boletins diários de preços.** 2024. Disponível em: <https://www.ceasa.ms.gov.br/boletim-diario-de-precos/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

CHAN, K.N.; KHAING, A.A.; PHYOE, A.; THIDA, M.; MYO, W.W.; SOE, A.T.; KYAW, K.K.. Bio-efficacy of Annona squamosa, *Azadirachta indica* and *Artocarpus heterophyllus* against fall armyworm. **Bulletin of Insectology,** v. 76, n. 2, p. 189-196, 2023.

CHOUDHURY, M.A.R.; MONDAL, M.F.; KHAN, A.U.; HOSSAIN, M.S.; AZAD, M.O.K.; PRODHAN, M.D.H.; UDDAIN, J.; RAHMAN, M.S.; AHMED, N.; CHOI, K.Y.; NAZNIN, M.T. Evaluation of Biological Approaches for Controlling Shoot and Fruit Borer (*Earias vitella* F.) of Okra Grown in Peri-Urban Area in Bangladesh. **Horticulturae**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2021.

COSTA, E.M.; TORRES, S.B.; FERREIRA, R.R.; SILVA, F.G.; ARAUJO, E.L. Extrato aquoso de sementes de nim no controle de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 401 – 406, 2016.

DEGAGA, A.H.; DEGAGA, E.G. Natural Enemies of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda Smith*) and comparing Neem aqueous extracts with its larvae, Gurage zone, central Ethiopia. **Heliyon**, v. 10, n. 11, p.1-9, 2024.

DIVEKAR, P.A.; MAJUMDER, S.; HALDER, J.; KEDAR, S.C.; SINGH, V. Sustainable pest management in cabbage using botanicals: Characterization, Effectiveness and Economic Appraisal. **Journal of Plant Diseases and Protection,** v. 131, p. 113–130, 2024.

GARRISON, R.H.; NOREEN, E.W.; BREWER, P.C. **Contabilidade gerencial**. 14. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012. Livro digital.

HABARUREMA, G.; HABINSHUTI, J.; MUKARUNYANA, B.; UWAMARIYA, C.; SAFARI, J.C.; NDAYAMBAJE, J.B. Activity assay of neem products as pest antifeedant in agro-biodiversity. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 42, p. 109–115, 2022.

HALDER, J.; RAI, A.B. Synthesis and development of pest management modules against

major insect pests of pumpkin (*Cucurbita moschata*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 90, n. 9, p. 37-41, 2020.

HASSAAN, M.A.; EL NEMR, A. Pesticides Pollution: Classifications, Human Health Impact, Extraction and Treatment Techniques. **Egyptian Journal of Aquatic Research,** v. 46, n. 3, 207–220, 2020.

HOLTZ, A.M.; RONDELLI, V.M.; CELESTINO F.N.; BESTETE, L.R.; CARVALHO, J.R. **Pragas das brássicas.** 1ª ed. Colatina-ES: IFES, 2015. E-book.

IBGE -. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**. Brasília, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: 15 Jun. 2024.

KAMUNHUKAMWE, T.; NZUMA, J.K.; MAODZEKA, A.; GANDAWA, C.G.; MATONGERA, N.; MADZINGAIDZO, L.; MUTURIKI, L. Efficacy of neem bio-pesticide and synthetic insecticides against control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Maize. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 10, n. 4, p. 1-6, 2022.

KAPELEKA, J.A.; SAULI, E.; NDAKIDEMI, P.A. Pesticide Exposure and Genotoxic Effects as Measured by DNA Damage and Human Monitoring Biomarkers. **International Journal of Environmental Health Research,** v. 31, n. 7, p. 805–822, 2021.

KUMAR, S.; SINGH, L.N.; DEVI, S.; KUMAR, S.; KAMLE, M.; KUMAR, P.; MUKHERJEE, A. Neem oil and its nanoemulsion in sustainable food preservation and packaging: Current status and future prospects. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 7, 2022.

MAJEROVA, I.; ABDRAZAKOVA, A.A. Bibliometric Mapping of Cost-Benefit Analysis - Three Decades of Studies. **Economies,** v. 9, p. 110-139, 2021.

MAPA - Ministério da agricultura e Pecuária. **Produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica.** Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/produtos-fitossanitarios>. Acesso em: 09 Jun. 2024.

MARTINEZ, S.S. **O nim - Azadirachta Indica – natureza, usos múltiplos, produção**. 2ª ed Londrina - PR; Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, 2011. 205 p.

MELO, R.A.C.; VENDRAME, L.P.C.; MADEIRA, N.R.; BLIND, A.D.; VILELA, N.J. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras**. Brasília – DF: Embrapa hortaliças, 2017. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 157)

MICHEREFF FILHO, M.; MELO, R.A.C.; GUIMARÃES, J.A.; MOURA, A.P.; SOUSA, N.C.M.; SCHMIDT, F.G.V.; NAGATA, A.K.I.; SPECHT, A.; ZAWADNEAK, M.A.C.; LOPES, L.H.R.; RIBEIRO, M.G.P.M.; SILVA, P.S.; TORRES, J.B. **Guia para identificação de pragas dos brócolis**

e da couve-flor. Brasília – DF: Embrapa Hortaliças, 2021. 125 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 187).

MORAES, B.R.; YANG, M.H.; GONÇALVES, R.B.; OLIVEIRA2, M.A.; BENATTO, A.; ROSA, J.M.; PIMENTEL, I.C.; ZAWADNEAK, M.A.C. Bioactivity of commercial botanical insecticides against *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae). **Revista Caatinga**, v.38, 2025.

MORDUE (LUNTZ), A.J.; NISBET, A.J. Azadirachtin from the Neem tree Azadirachta indica: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 615-632, 2000.

MORGAN, E.D. Azadirachtin, a scientific gold mine. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 17, p. 4096–4105, 2009.

MOURA, A.P.; GUIMARÃES, J.A.; SILVA, J.; GUEDES, I.M.R.; LEAL, D.C.P. **Recomendações técnicas para o manejo de pragas em brassicáceas com vistas à Produção Integrada de Hortaliças Folhosas.** Brasília – DF: Embrapa hortaliças, 2019. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 170).

MUSSURY, R.M.; BETONI, R.; SILVA, M.A.; SCALON, S.P.Q. Anatomia foliar de soja infectada por *Phakopsora pachyrhizi H. Sydow & Sydow* e tratadas com extratos vegetais. **Revista brasileira de plantas medicinais,** v.14, n. 1, p. 18–25, 2012.

NEVES, J.M.; CARPANEZZI, A.A.; VIANA, P.A.; RIBEIRO, P.E.A.; PRATES, H.T.; MALIMPENCE, R.A.; BITTENCOURT, A.M.; SANTOS A.J. **A cultura do nim / Embrapa Florestas**. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 97 p. (Coleção Plantar, 61).

NGOSONG, N.T.; BOAMAH, E.D.; FENING, K.O.; KOTEY, D.A.; AFREH-NUAMAH, K. The efficacy of two bio-rational pesticides on insect pests complex of two varieties of white cabbage (*Brassica oleracea var. capitata* L.) in the coastal savanna region of Ghana. **Phytoparasitica**, v. 49, p. 397–406, 2021.

OGBUEWU, I.P.; ODOEMENAM, V.U.; OBIKAONU, H.O.; OPARA, M.N.; EMENALOM, O.O.; UCHEGBU, M.C.; OKOLI, I.C.; ESONU, B.O.; ILOEJE, M.U. The growing importance of Neem (*Azadirachta indicaA. Juss*.) in agriculture,industry, Medicine and environment: a review. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 5, n. 3, p 230-245, 2011.

ONU - UNITED NATIONS. **Objetivos de desarrollo sostenible**. 2024. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>. Acesso em: 16 ago. 2024.

PEREIRA JUNIOR, S.A.A.**;** SILVA, F.P.**;** BARBOSA, F.R.S.**;** MANFRINATO, I.B.**;** FRAGA, L.S.**;** SCHMIDT, A.C.**;** AGUIAR, F.R.**;** MAZZAROPPI, M.**;** PORTELLA, M.**;** SILVA, R.S. **Fundamentos de finanças**. Porto Alegre: SAGAH, 2020. Livro digital. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9786556900506>. Acesso em: 06 ago. 2024.

PERSKY, J. Cost-Benefit Analysis and the Classical Creed. **Journal of Economic Perspectives,** v. 15, n. 4, p. 199–208, 2001.

PHAMBALA, K.; TEMBO, Y.; KASAMBALA, T.; KABAMBE, V.H.; STEVENSON, P.C.; BELMAIN, S.R. Bioactivity of Common Pesticidal Plants on Fall Armyworm Larvae (*Spodoptera frugiperda*). **Plants**, v. 9, n.1, 2020.

PONCE, F.S.; TRENTO, D.A.; TOLEDO, C.A.L.; ANTUNES, D.T.; ZANUZO, M.R.; DALLACORT, R.; OLIVEIRA, R.C.; SEABRA, S. Low tunnels with shading meshes: An alternative for the management of insect pests in kale cultivation. **Scientia Horticulturae,** v. 288, p. 1-7, 2021.

RAJAPPAN, K.; USHAMALINI, C.; SUBRAMANIAN, N.; NARASIMHAN, V.; ABDUL KAREEM, A. Effect of botanicals on the population dynamics of *Nephotettix virescens*, rice tungro disease incidence and yield of rice. **Phytoparasitica**, v. 28, p.109–113, 2000.

SABARWAL, A.; KUMAR, K.; SINGH, R.P. Hazardous Effects of Chemical Pesticides on Human Health-Cancer and Other Associated Disorders. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 63, p. 103–114, 2018.

SANTOS, C.S.M.; FREITAS, M.A.V.; SILVA, N.F.; DEUS, L.A.B.; PRODANOFF, J.H.A. The role of rural credit policies in agricultural income generation in family farms in Pernambuco State, northeastern Brazil - spatial trend and future scenarios. **Ciência Rural**, v. 53, n.10, 2023.

SAUCKE, H.; DORI, B.F.; SCHMUTTERER, H. Biological and Integrated Control of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae) and *Crocidolomia pavonana* (Lep., Pyralidae) in Brassica Crops in Papua New Guinea. **Biocontrol Science and Technology**, v. 10, p. 595-606. 2000.

SCHMUTTERER, H. Properties and potentials of natural pesticides from the neem tree, azadirachta-indica. **Annual Review Entomoly**, v.35, p. 271 – 297. 1990.

SENI, A.; PAL, R.; MOHAPATRA, S.; MANDAL, D.; BANSUDE, S.K; SETH, P.; BARLA, S.; SAHU, J. Pesticidal plant extract effect against major lepidopteran insect pests and their natural enemies in rice *Oryza sativa* L.. **Frontiers in Insect Science**, v.4, p. 1-12, 2025.

SENTHIL NATHAN, S.; CHOI, M.Y.; PAIK, C.H.; SEO, H.Y.; KIM, J.D.; KANG, S.M. The toxic effects of neem extract and azadirachtin on the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (BPH) (Homoptera: Delphacidae). **Chemosphere,** v. 67, n. 1, p. 80-88, 2007.

SHOAIB, M.A.; MAHMOUD, M.F.; LOUTFY, N.; TAWFIC, M.A.; BARTA, M. Effect of botanical insecticide Nimbecidine® on food consumption and egg hatchability of the terrestrial snail *Monacha obstructa*. **Journal Of Pest Science**, v. 83, n. 1, p. 27–32, 2010.

SILVA, F.A.C.; MARTINEZ, S.S. Effect of neem seed oil aqueous solutions on survival and development of the predator *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, v. 33, p. 751-757, 2004.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Livro digital. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788597023466>. Acesso em: 06 ago. 2024.

SRINIVASAN, R.; SOTELO, P.; LIN, M.G; HY, H.C.; SARETH, K.; SOR, S. Development and validation of an integrated pest management strategy for the control of major insect pests on yard-long bean in Cambodia. **Crop Protection**, v. 116, v. 82-91, 2019.

TRANI, P.E.; TIVELLI, S.W.; BLAT, S.F.; PRELA-PANTANO, A.; TEIXEIRA, E.P.; ARAÚJO, H.S.; FELTRAN, J.C.; PASSOS, F.A.; FIGUEIREDO, G.J.B.; NOVO, M.C.S.S. **Couve de folha: do plantio à pós-colheita**. Campinas: Instituto Agronômico, 2015. 36p. Online. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214). Disponível em: <https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/iacbt214.pdf>. Acesso em: 01 Mai. 2024.

VIANA, P.A.; PRATES, H.T.; RIBEIRO, P.E.A. **Uso do extrato aquoso de folhas de nim para o controle de Spodoptera frugiperda no milho.** Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 5 p. (Circular Técnica 88). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/490420>. Acesso em: 29 Mar. 2024.

ZHONG, B.; LV, C.; QIN, W. Effectiveness of the botanical insecticide azadirachtin against *Tirathaba rufivena* (Lepidoptera: Pyralidae). **Florida Entomologist**, v. 100, n.2, p. 215-218, 2017.