

MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRAGAS NA AGRICULTURA FAMILIAR: UMA ABORDAGEM DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA VERDE UTILIZANDO CONTROLE BIOLÓGICO COM PARASITOIDES

Letícia Golpian¹, Luan Carlos Santos Silva², Luana Calheira Kurek³, Laysa Ribeiro Silva⁴, Ellen Beatriz Santos Kanofre⁵

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil, Dourados, Brasil (starcell.leticia@hotmail.com)

²Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil, Dourados, Brasil

³Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil, Dourados, Brasil

⁴Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil, Dourados, Brasil

⁵Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil, Dourados, Brasil

Resumo: Os agrotóxicos na agricultura trazem riscos e impactos ambientais, carecendo de práticas sustentáveis. O estudo analisou a Transferência de Tecnologia Verde (TTV) no controle biológico de pragas em uma propriedade familiar. Com abordagem qualitativa baseada no ciclo PDCA. A intervenção com *Tetrastichus howardi* e ações educativas, reduziu os danos e indicou aceitação da tecnologia. O monitoramento apontou necessidade de ajustes no manejo. Assim, a TTV é essencial na agricultura sustentável.

Palavras-chave: Assentamento Itamarati; Desenvolvimento sustentável; Olerícolas; Práticas agroecológicas; *Tetrastichus howardi*.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar desempenha um papel importante na garantia da segurança alimentar, sendo responsável por grande parte da produção de alimentos no Brasil, conforme evidenciado pelos dados do Censo Agropecuário do IBGE (2017). Apesar de sua relevância socioeconômica, esse segmento enfrenta desafios estruturais significativos, especialmente no manejo de pragas, frequentemente recorrendo ao uso intensivo de defensivos químicos (Pedroso et al., 2023).

Essa prática, embora eficaz no curto prazo, provoca impactos negativos ao meio ambiente, como a contaminação do solo, da água e do ar, e à saúde humana, sobretudo em contextos onde há uso inadequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (Swaine et al., 2025; Xiang et al., 2025; Huang e Li, 2024; Gruber, 2025).

A produção de olerícolas destaca-se nesse cenário, por sua elevada importância na dieta alimentar e pela proximidade com centros urbanos, formando os chamados “cinturões verdes” (Santos et al., 2025; Zhou et al., 2024). A crescente exigência por produtos visualmente perfeitos tem intensificado o

uso de agrotóxicos, ampliando riscos à saúde pública, uma vez que, esses alimentos são frequentemente consumidos *in natura* (Knopp e Soares, 2024; Leite, Vilarinho e Inoue, 2025).

Nos últimos anos, diversas pesquisas indicam que, o uso intensivo de agrotóxicos, deixa de contribuir na produtividade e passa a gerar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. A exposição aos pesticidas está associada a alterações nos ecossistemas do solo, redução da biodiversidade microbiana e riscos à saúde, incluindo doenças crônicas (Swaine et al., 2025; Huang e Li, 2024). Além disso, resíduos químicos em alimentos *in natura* representam um problema crescente de saúde pública, especialmente no caso das hortaliças, que são consumidas com menor processamento (Leite, Vilarinho e Inoue, 2025).

Inserido nesse contexto, o Assentamento Itamarati, localizado a aproximadamente 50 km de Ponta Porã (MS), no Brasil, na fronteira com o Paraguai, constitui-se como um dos mais relevantes territórios da agricultura familiar, considerado o maior Assentamento da América Latina, com extensão territorial de aproximadamente 50.000 hectares (ha).

Criado em 2001 a partir da antiga Fazenda Itamarati, o assentamento integra políticas públicas de reforma agrária e abriga aproximadamente 2.800 famílias distribuídas em diferentes grupos sociais (Idaterra, 2002; Bellé Alves e Souza, 2013).

Além da importância territorial produtiva e expressiva, não apenas pela escala, mas também pela diversidade de atividades agrícolas desenvolvidas, incluindo a produção de grãos, hortaliças e a pecuária, o Itamarati desempenha um papel estratégico na economia regional e na promoção da segurança alimentar, sendo predominantemente composto por pequenos produtores familiares que abastecem mercados locais e programas institucionais.

A diversidade produtiva, com culturas como milho, soja, cana-de-açúcar, mandioca, feijão e olerícolas, associada à presença de infraestrutura básica (estradas, escolas, sistemas de água e energia) evidencia a relevância do assentamento como espaço de desenvolvimento rural. Entretanto, persistem desafios estruturais, como limitações no acesso a crédito, assistência técnica e tecnologias especializadas, além da vulnerabilidade a variações climáticas. Nesse cenário, iniciativas de extensão tecnológica e parcerias com universidades têm se mostrado fundamentais para fortalecer a resiliência produtiva e promover a inovação no campo.

Com os impactos associados ao modelo convencional de produção, a transição para sistemas agroecológicos emerge como uma estratégia essencial para a promoção da sustentabilidade e da segurança alimentar, integrando produção agrícola, conservação ambiental e justiça social (FAO, 2024). Ao priorizar a biodiversidade e o equilíbrio ecológico, esses sistemas contribuem para a redução da dependência de insumos químicos, além de aumentar a resiliência climática, diversificação produtiva das lavouras frente às mudanças climáticas (EMBRAPA, 2021; FAO, 2024).

Entre as práticas sustentáveis, o controle biológico de pragas se destaca como uma das alternativas mais promissoras ao uso de defensivos químicos, a técnica baseia-se na utilização de inimigos naturais, como predadores, parasitoides e patógenos, para reduzir as populações de insetos-praga (Colmenarez e Vásquez, 2024). Essa abordagem, além de reduzir impactos ambientais, pode diminuir custos de produção e promover sistemas agrícolas mais equilibrados. No entanto, a adoção dessa tecnologia na agricultura familiar ainda enfrenta barreiras, especialmente relacionadas à transferência de conhecimento técnico e à resistência cultural dos produtores; limitados às políticas públicas voltadas à extensão rural (Şimşek, 2025).

É nesse cenário que a Transferência de Tecnologia Verde (TTV) se torna um elemento estratégico, ao promover o fluxo estruturado de conhecimentos e inovações sustentáveis entre universidades e sociedade (Silva, Caten e Gaia, 2023). A TTV contribui diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao fomentar práticas produtivas mais eficientes e ambientalmente responsáveis (ONU, 2015).

Segundo Silva, Caten e Gaia (2023), a efetividade da TTV depende de modelos estruturados que integrem dimensões relacionais e processuais. O fortalecimento da confiança entre pesquisadores e produtores, aliado à sistematização das etapas de transferência, é fundamental para garantir a adaptação das tecnologias às realidades locais e sua efetiva implementação no campo.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o processo de transferência de tecnologia verde (TTV) aplicado à implementação do controle biológico em pequenas propriedades de agricultura familiar no Assentamento Itamarati, em Ponta Porã (MS), Brasil. A iniciativa foi desenvolvida como projeto de extensão tecnológica, fomentado pela Itaipu Parquetec, no âmbito do Edital nº 001/2024, Programa de Extensão para Sustentabilidade Territorial da Itaipu Binacional, com apoio da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), por meio do Laboratório de Pesquisa em Inovação e Transferência de Tecnologia (LABin), em parceria com a empresa Sistêmica Kovê Ltda, especializada em Manejo Integrado de Pragas (MIP) com enfoque em controle biológico.

MATERIAL E MÉTODOS

As atividades do projeto foram executadas entre outubro de 2024 a dezembro de 2025. Através da realização do diagnóstico, obteve-se de maneira detalhada as condições estruturais, produtivas e fitossanitárias das unidades familiares atendidas pelo projeto.

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada com base no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), onde Planejar (*Plan*) as metas, executar (*Do*) o plano, verificar (*Check*) os resultados entre as metas e agir (*Act*), auxiliando nas dificuldades encontradas. Segundo Jagtap e Teli, (2015), o ciclo PDCA é um modelo de melhoria contínua, composto por quatro etapas que podem orientar processos de gestão e extensão tecnológica. Esse modelo foi integrado às etapas da proposta do projeto “Transferência de Tecnologia para o controle biológico de pragas no cultivo de olerícolas em propriedades rurais da agricultura familiar”, no qual organiza o processo de

transferência de tecnologia em seis fases operacionais.

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, fundamentada na observação dos participantes, entrevistas e análise documental, tomando como referência as seis fases operacionais do projeto de extensão. Para organizar o processo investigativo, foi adotado o modelo metodológico proposto por Silva, Caten e Gaia (2023), o qual estrutura a transferência de tecnologia em três macroetapas: pré-transferência, durante a transferência e pós-transferência, como apresentado na Figura 1.

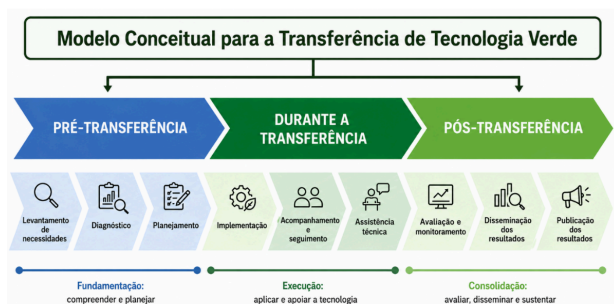


Figura 1. Etapas do Processo do Modelo de transferência de tecnologia verde adaptado (TTV)

Fonte: (ADAPTADO de Silva, Caten e Gaia, 2023).

Conforme ilustrado na Figura 1, o fluxograma proposto por Silva, Caten e Gaia (2023) estrutura o processo de Transferência de Tecnologia Verde (TTV) em três macroetapas interdependentes: pré-transferência, transferência e pós-transferência. Esse modelo metodológico foi adotado como referência para a organização das ações do estudo, permitindo uma visão sistêmica e processual da transferência de tecnologias sustentáveis no contexto da agricultura familiar, em pequenas propriedades, em um assentamento rural.

Macroetapas e fases operacionais

As macroetapas e fases operacionais adotadas, em questão, derivam da proposta de modelo conceitual de transferência de tecnologia verde, a qual estrutura o processo em macrofases, fases e atividades operacionais, permitindo adaptações conforme o contexto de aplicação.

De acordo com essa proposta, a divisão do processo não é apresentada como um esquema rígido ou universal, podendo ser ajustada à realidade e às necessidades do cenário em que a tecnologia é transferida. Essa compreensão permite tratar a transferência tecnológica como um processo contínuo, composto por momentos distintos e interdependentes, em consonância com a proposta de modelo aplicada ao contexto do campo e da extensão rural (Silva, Caten e Gaia, 2023).

As fases operacionais correspondem ao desdobramento das macroetapas da proposta de

modelo em ações específicas e executáveis, orientando a operacionalização do processo de Transferência de Tecnologia Verde no campo. Essas fases viabilizam o planejamento, a execução, o acompanhamento e a avaliação das atividades desenvolvidas, conferindo maior sistematização ao processo metodológico.

No estudo, as fases operacionais foram articuladas à lógica do ciclo PDCA, empregado como ferramenta de apoio à organização das ações e à promoção da melhoria contínua no contexto das atividades extensionistas, conforme abordado na literatura (Jagtap e Teli, 2015).

A combinação entre macroetapas e fases operacionais permitiu estruturar o processo metodológico de maneira integrada e adaptável, assegurando coerência entre o referencial teórico adotado e a condução prática das atividades desenvolvidas ao longo da transferência de tecnologia verde.

Pré-transferência: levantamento e diagnóstico inicial

Durante a primeira fase, foi realizado o levantamento de dados com as informações, por meio de visitas técnicas exploratórias às propriedades rurais, com o objetivo de analisar o contexto produtivo e subsidiar a etapa posterior de diagnóstico inicial. Nessa etapa, foram coletadas informações sobre diferentes aspectos da unidade produtiva, organizadas em eixos temáticos, (I) dados da propriedade: área total da propriedade; área destinada à produção; tempo de experiência com o cultivo de olerícolas; número de pessoas envolvidas nas atividades produtivas, (II) produção de olerícolas: culturas cultivadas; realização do cultivo ao longo do ano/período; destino da produção, (III) manejo e controle fitossanitário: dificuldades enfrentadas; fatores de manejo adotados; tipos de pragas e danos ocasionados; formas de controle de pragas, (IV) expectativas dos produtores: perspectivas com o futuro da produção.

Essa fase correspondeu ao momento de planejamento (*Plan*) do ciclo PDCA, no qual o levantamento sistemático de informações permitiu compreender o contexto produtivo e orientar a definição das estratégias de transferência de tecnologia. As informações obtidas subsidiaram o diagnóstico inicial e fundamentaram as decisões sobre as ações a serem implementadas nas etapas seguintes do ciclo. No âmbito da Transferência de Tecnologia Verde, o levantamento e o diagnóstico inicial caracterizam a etapa de pré-transferência, essencial para assegurar que a tecnologia proposta fosse compatível com as condições locais, as práticas já adotadas e as expectativas dos produtores, favorecendo uma abordagem contextualizada e participativa.

Planejamento e desenvolvimento dos materiais

Com base nas percepções e necessidades identificadas na fase anterior, a etapa de planejamento e desenvolvimento de conteúdo seguiu com a elaboração de materiais educativos e informativos, roteiros de capacitação e conteúdos técnicos relacionados ao controle biológico de pragas nas olerícolas. Envolvendo a análise documental de materiais científicos, bem como de documentos institucionais e orientações da empresa parceira, com o objetivo de selecionar e adaptar informações relevantes à realidade da agricultura familiar.

A partir dessa análise, foram definidos os temas prioritários a serem abordados nas capacitações, considerando os principais problemas fitossanitários identificados, o nível de conhecimento prévio dos produtores e as características do sistema produtivo. As estratégias de abordagem foram organizadas de modo a facilitar a compreensão dos agricultores, utilizando linguagem acessível, exemplos práticos e recursos visuais, visando favorecer o processo de transferência de tecnologia e a apropriação do conhecimento pelos participantes.

Durante a transferência

Essa fase correspondeu às etapas *Do* (Executar), *Check* (Verificar) e *Act* (Agir) do ciclo PDCA e teve como objetivo a implementação da tecnologia, bem como o acompanhamento e a assistência técnica ao grupo de produtores atendidos.

A etapa *Do* consistiu na realização de capacitações referentes à tecnologia transferida, desenvolvidas de forma teórica e prática, possibilitando a correta aplicação dos conhecimentos adquiridos no contexto produtivo.

A etapa *Check* teve como finalidade promover o acompanhamento contínuo e a assistência técnica sistemática, com o objetivo de oferecer suporte permanente à efetivação da transferência de tecnologia verde e subsidiar a avaliação de sua eficácia no campo.

Por sua vez, a etapa *Act* contemplou o ajuste das estratégias de capacitação e de assistência técnica a partir das observações realizadas em campo, das dúvidas e das percepções dos produtores, visando ao aperfeiçoamento contínuo do processo de transferência de tecnologia verde e à consolidação da adoção do controle biológico nas propriedades atendidas.

Implementação das capacitações

A terceira fase correspondeu à implementação das capacitações, por meio da realização de mesa redonda, encontros formativos e demonstrações em campo voltadas ao uso de parasitoides e a outras técnicas de controle biológico de pragas. As atividades foram conduzidas de forma participativa, priorizando a troca de saberes entre a equipe técnica

e os produtores, bem como a contextualização das informações à realidade produtiva local.

Durante as capacitações, foram abordados aspectos teóricos e práticos relacionados ao funcionamento dos inimigos naturais, às formas adequadas de liberação e manejo dos parasitoides, à compatibilidade com outras práticas agrícolas e aos cuidados necessários para garantir a eficácia do controle biológico com a utilização de parasitoides. As atividades em campo permitiram a demonstração prática das técnicas, favorecendo a compreensão dos produtores e estimulando sua participação ativa no processo de aprendizagem.

As interações, dúvidas, percepções e relatos dos participantes foram registrados sistematicamente pela equipe, utilizando a observação participante como principal método qualitativo. Esses registros contribuíram para avaliar o nível de compreensão dos produtores, ajustar as estratégias de capacitação e orientar as etapas subsequentes da transferência de tecnologia.

Acompanhamento inicial e assistência técnica

Após a realização das capacitações, foi desenvolvida a etapa de acompanhamento e assistência técnica nas propriedades rurais, com foco no suporte imediato aos produtores no período subsequente à implementação do controle biológico. A orientação e prestação de apoio técnico, fortaleceu a adoção da tecnologia e reduziu inseguranças associadas ao uso de parasitoides, considerando aspectos relacionados ao contato dos agricultores com a agricultura orgânica, uma vez que, a viabilidade econômica e as lacunas de conhecimento configuram-se como desafios para a adoção dessas práticas (Şimşek, 2025).

As ações aconteceram durante as rotinas de manejo adotadas pelos produtores, no esclarecimento de dúvidas operacionais surgidas após a implementação e no reforço das orientações essenciais para a manutenção da tecnologia no campo, como cuidados com aplicações químicas, identificação dos insetos benéficos e ajustes pontuais nas práticas agrícolas. Essa etapa permitiu alinhar o conhecimento adquirido nas capacitações à prática cotidiana dos agricultores, favorecendo a consolidação do processo de transferência de tecnologia verde.

Pós-transferência

A etapa de pós-transferência compreende o conjunto de ações realizadas após a implementação da tecnologia no campo, com o objetivo de acompanhar seus desdobramentos, identificar impactos e gerar informações que auxiliem nos ajustes e aprimoramentos no processo de Transferência de Tecnologia Verde. De acordo com a proposta de modelo conceitual, essa fase integra o processo de

forma contínua, permitindo que os resultados observados após a adoção da tecnologia retroalimentam as fases anteriores, conforme a realidade e as necessidades do contexto de aplicação (Silva, Caten e Gaia, 2023).

A pós-transferência esteve associada ao monitoramento das condições de uso do controle biológico, à observação dos efeitos técnicos, produtivos e ambientais decorrentes de sua adoção, bem como à identificação de possíveis limitações enfrentadas pelos produtores rurais. Essa etapa possibilitou compreender como a tecnologia se comportou no contexto real de produção, considerando aspectos práticos do manejo agrícola e da rotina dos agricultores.

Conforme discutido por Silva, Caten e Gaia (2023), a pós-transferência desempenha papel estratégico ao produzir informações relevantes sobre o desempenho da tecnologia no mercado, na sociedade e no ambiente, contribuindo para o aperfeiçoamento de futuras ações de transferência e para a tomada de decisão em processos subsequentes. Dessa forma, essa etapa reforça a compreensão da transferência tecnológica como um processo dinâmico, adaptável e orientado à sustentabilidade, especialmente no caso de tecnologias verdes aplicadas ao meio rural,

Monitoramento e avaliação

Na quinta fase, o monitoramento e a avaliação consistiram na realização de visitas técnicas quinzenais às propriedades, com o objetivo de acompanhar o desempenho do controle biológico nas olerícolas cultivadas e a percepção dos produtores em relação à tecnologia transferida. O monitoramento foi conduzido por meio de observações sistemáticas em campo, enquanto a avaliação ocorreu de forma qualitativa

A avaliação contemplou aspectos relacionados à presença e à intensidade aparente de insetos-praga, ao comportamento e à permanência dos parasitoides no ambiente, bem como à necessidade de ajustes na estratégia adotada. Adicionalmente, foram consideradas as percepções dos produtores quanto à viabilidade da tecnologia no manejo cotidiano e à possibilidade de redução da dependência de defensivos químicos.

Esse processo avaliativo teve como finalidade subsidiar a tomada de decisão quanto à necessidade de novas liberações, ao reforço da quantidade de parasitoides já utilizados ou à introdução de outros agentes biológicos, conforme as condições observadas em cada cultivo, reforçando o caráter contínuo e adaptativo da Transferência de Tecnologia Verde.

Disseminação dos resultados

Para disseminar os resultados, foram elaborados trabalhos técnicos e educativos, submetidos como resumos a eventos acadêmicos vinculados ao ensino, à pesquisa e à extensão, com temáticas relacionadas ao controle biológico e à transferência de tecnologia verde. Tornando públicas as práticas adotadas, compartilhando o processo metodológico empregado e favorecendo a troca de experiências com outros projetos e iniciativas que atuam em contextos semelhantes.

A participação nesses espaços possibilitou o diálogo com um público diverso, composto por pesquisadores, estudantes, extensionistas, técnicos e profissionais da área, ampliando o alcance da discussão sobre estratégias de transferência de tecnologia verde.

Aos agricultores participantes, foi dado o reconhecimento e valorização das iniciativas em campo dentro do processo de novas práticas agroecológicas com o MIP. Segundo Behera et al. (2025), o engajamento das comunidades locais e dos diferentes atores no desenho e na implementação das ações contribui para ampliar a aceitação social e a eficácia das medidas propostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as propriedades atendidas, o Sítio da Família Simões, teve maior destaque durante as atividades realizadas, com 6 hectares (ha), dos quais 5,5 ha são destinados ao cultivo de hortaliças, conduzidas por seis membros da família.

O produtor com 2 anos de experiência na horticultura, mantém cultivo contínuo ao longo de todo o ano, realizando a produção com rotação de culturas atendendo as cooperativas locais (Cooperai, COOPERAPOMS, Cooperafi e Agrepone) que realizam a comercialização desses produtos, por meio do PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar) e PAA (Programa de Aquisição de Alimentos), garantindo a segurança alimentar e qualidade nutricional nas instituições e comunidades.

Foram identificadas 11 olerícolas ativamente cultivadas sendo elas: alface crespa, couve manteiga, cebolinha, coentro, rúcula, pimentão verde, cenoura, cebola de cabeça, quiabo, abobrinha e beterraba. Alguns estudos demonstraram que a cenoura apresenta desenvolvimento radicular ideal sob temperaturas moderadas, entre 15 °C e 20 °C, faixa térmica que favorece maior biomassa e menor incidência de deformações (Nitu, Ivan e Arshad, 2025). Esses resultados reforçam que hortaliças adaptadas a condições climáticas mais amenas tendem a expressar melhor desempenho produtivo quando cultivadas em períodos com temperaturas moderadas.

Foi evidenciado os principais entraves relatados pelo produtor, especialmente a incidência recorrente de mosca-branca (*Bemisia tabaci*), traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) e lagartas como *Helicoverpa armigera*. Essas pragas são reconhecidas na literatura como problemas de elevada importância econômica em sistemas hortícolas brasileiros, tanto pela capacidade reprodutiva quanto pelo rápido estabelecimento em ambientes tropicais (Michereff Filho et al., 2013).

A resposta às infestações foi baseada no uso intenso de inseticidas de diferentes classes químicas, indicando risco de resistência, custos elevados e impactos ambientais. Essa situação é coerente com observações feitas em outras unidades produtivas, onde horticultores também relatam limitações do manejo exclusivamente químico e a necessidade de alternativas e tecnologias mais sustentáveis (Santos, 2021).

Os dados obtidos permitiram compreender a complexidade das condições produtivas e fitossanitárias da propriedade atendida, bem como os fatores que influenciam a dinâmica de pragas no sistema de cultivo. A diversidade de hortaliças cultivadas simultaneamente, aliada ao manejo contínuo ao longo de todo o ano, estabelece um ambiente favorável tanto para a manutenção da produtividade quanto para a permanência e multiplicação de pragas recorrentes. Essa relação é coerente com o que aponta a literatura sobre biodiversidade agrícola, segundo a qual sistemas com elevado número de espécies cultivadas oferecem múltiplos nichos e hospedeiros, favorecendo a formação de comunidades de herbívoros persistentes (Menezes, 2004).

Foi evidenciado que, o produtor utilizava com frequência os inseticidas químicos como principal estratégia de manejo. As variedades de ingredientes ativos identificados apontaram para tentativas sucessivas em controlar pragas de difícil manejo, o que é coerente com o relato de perda de eficiência observada pelo agricultor ao longo das safras. Segundo Oliveira (2024), o uso contínuo de agrotóxicos em sistemas de agricultura familiar está associado à perda de eficácia, impactos ambientais e à crescente vulnerabilidade do agroecossistema, reforçando a necessidade da adoção de métodos alternativos de controle.

Implantação do controle biológico

Durante as visitas, foram apresentados aos produtores os parasitoides utilizados, com ênfase no ciclo de vida da espécie, sua atuação específica sobre pupas de lepidópteros e sua importância no Manejo Integrado de Pragas (MIP). As liberações aconteceram de forma orientada, realizadas após capacitação técnica básica em campo (Figura 2).



Figura 2. Liberação dos parasitoides

As ações também envolveram o reconhecimento das áreas de maior infestação por lagartas e pupas, permitindo direcionar a liberação de *Tetrastichus howardi* (Figura 3) para os talhões mais críticos.



Figura 3. Parasitoides *Tetrastichus Howardi*

Os procedimentos seguiram os protocolos operacionais padronizados de acordo com as boas práticas recomendadas pela empresa parceira Sistêmica Kovê, incluindo orientações sobre manejo pré e pós-liberação. Destacou-se especialmente o intervalo de segurança de sete dias sem aplicação de inseticidas, a fim de garantir a sobrevivência e eficiência dos agentes biológicos. Essas etapas permitiram iniciar o controle biológico de forma segura, orientada e adaptada às condições específicas da propriedade.

A implementação da técnica representou um eixo central do processo de transferência de tecnologia verde, a apresentação prática dos parasitoides *Tetrastichus howardi* e a demonstração em campo facilitaram a apropriação do método pelo produtor, o que foi destacado pelo engajamento durante as visitas e pelos relatos posteriores. Sendo possível a observação pela redução das marcas de herbivoria nas folhas de couve, percepção também confirmada

pela equipe durante o monitoramento visual. A presença de pupas e ovos com sinais compatíveis ao parasitismo sugeriu que os insetos liberados estavam ativos na área, o que caracteriza uma resposta inicial favorável.

Capacitações e elaboração de materiais técnicos e educativos

Paralelamente à implantação do controle biológico, a equipe extensionista desenvolveu materiais educativos e conteúdos técnicos voltados para os agricultores, incluindo folders informativos, panfletos instrutivos e uma cartilha técnica posteriormente publicada. Esses materiais, elaborados com linguagem acessível, ilustrações didáticas e roteiros de capacitação estruturados, abordaram desde conceitos fundamentais, como o ciclo dos parasitoides, princípios do MIP e benefícios do controle biológico, até orientações práticas de manejo pré e pós-liberação e de monitoramento de pragas.

Durante as capacitações, esses recursos atuaram como suporte pedagógico, facilitando a compreensão do método, seus requisitos operacionais e sua integração à rotina produtiva. Essa estratégia está alinhada à literatura, que destaca a educação e a percepção ambiental dos agricultores como fatores determinantes para a adoção efetiva do MIP (Carvalho e Barcellos, 2012). Assim, as ações informativas reforçaram a autonomia aos envolvidos, permitindo que as liberações dos agentes biológicos fossem compreendidas e executadas com maior segurança e eficiência.

A disponibilização dos materiais também contribuiu para que o produtor visualizasse com clareza o funcionamento dos parasitoides com as pragas e os cuidados necessários ao longo do processo, aspecto especialmente relevante em contextos da agricultura familiar, onde a tomada de decisão depende da compreensão direta das técnicas de manejo.

A iniciativa dialoga com estudos que evidenciam o controle biológico, particularmente em sua forma aumentativa, como alternativa promissora para reduzir a dependência dos produtos sintéticos e promover sistemas agrícolas mais sustentáveis com base agroecológica (Nepomoceno; Plein; Carniatto, 2023). Ao favorecer essa compreensão, as ações formativas ampliaram a capacidade do produtor de reconhecer as vantagens do método e fortalecer sua autonomia na adoção de práticas mais equilibradas e ambientalmente responsáveis.

Efeito da aplicação do controle biológico na percepção do produtor

Nas visitas subsequentes, constatou-se as primeiras respostas positivas ao uso de parasitoides. Sendo visível a redução de perfurações nas olerícolas pelo

produtor, associando os resultados à ação das microvespas. A Equipe observou danos menores e registrou a presença de pupas e ovos possivelmente parasitados (Figura 4), sugerindo o início do estabelecimento dos inimigos naturais no ambiente.



Figura 4. Ovos encontrados na folhagem da couve

O produtor ainda aplicou um inseticida biológico dois dias antes da primeira liberação, esse registro foi considerado relevante para fins de monitoramento, uma vez que, a aplicação anterior poderia influenciar a presença e o comportamento dos insetos-praga no campo.

Com as respostas iniciais, a análise da área indicou necessidade de complementar parasitoides voltados ao controle no ciclo ovário dos insetos pragas, além do reforço na quantidade de microvespas para atuar amplamente sobre pupas e lagartas. A necessidade decorreu da diversificação de cultivos e da extensão da área produtiva, que demandam estratégias integradas para cobertura adequada das diferentes fases das pragas. Sendo realizadas novas liberações de parasitoides durante as visitas posteriores, ampliando tanto o número de indivíduos quanto os pontos de aplicação na horta.

O relato do produtor sobre a aplicação prévia de um inseticida biológico dois dias antes da primeira liberação foi relevante para interpretar o comportamento dos parasitoides no campo. Embora não tenham sido observados efeitos negativos aparentes nesse momento inicial, o registro aponta para a importância do manejo, especialmente nos períodos próximos às liberações, aspecto que já havia sido contemplado nas orientações entregues em forma de material educativo.

A necessidade de reforço na quantidade de parasitoides e inserir espécies voltadas ao controle do ovário decorreu diretamente das observações de campo. A diversidade de pragas presentes e a amplitude da área produtiva exigiram ajustes no planejamento inicial. As novas liberações realizadas nas visitas subsequentes representaram uma etapa natural do processo de implantação do controle biológico, ampliando a cobertura e permitindo

atuação mais consistente sobre diferentes fases das pragas.

A evolução gradual observada na horta, com melhora progressiva do controle nas semanas posteriores, indica que o método passou a apresentar maior alcance conforme as liberações complementares foram realizadas. Essa progressão é coerente com o funcionamento do controle biológico baseado em parasitoides, que depende de estabelecimento, dispersão e busca ativa das pragas no ambiente para alcançar maior eficiência ao longo do tempo.

Além das liberações anteriores, destaca-se que na penúltima visita foi realizada a maior intervenção biológica desde o início do projeto, totalizando aproximadamente 52 mil reais em indivíduos liberados, abrangendo mais de dez espécies de parasitoides e predadores. Essa ação buscou ampliar a cobertura biológica no sistema produtivo, especialmente diante da alta diversidade de pragas e da extensão da área cultivada.

Apesar do investimento expressivo e da ampliação do número de agentes benéficos, na última visita ainda foram observados focos residuais de pragas em pontos específicos da horta. A persistência desses sinais foi atribuída, em grande parte, a falhas no manejo realizadas pelo produtor entre as visitas, justificadas pelo produtor devido à menor demanda das cooperativas durante o período de férias escolares, o que o levou a priorizar a colheita apenas das olerícolas com melhor padrão visual.

Esse cenário reforça que a eficiência do controle biológico depende não apenas da quantidade e diversidade de inimigos naturais, mas também da adesão contínua às práticas recomendadas, evidenciando a importância do acompanhamento técnico e da capacitação permanente para garantir a eficácia do método futuramente.



Figura 5. Liberação do parasitoide na couve: A - cultivada sem o controle. B - após aplicação regular

Apesar dos imprevistos ocorridos durante algumas aplicações, a melhora nas olerícolas já é perceptível.

A qualidade vegetativa e o estado fitossanitário das plantas apresentaram avanço significativo, evidenciando os efeitos positivos das intervenções realizadas, como pode ser observado na Figura 5, refletindo a consolidação gradual do controle biológico no sistema produtivo.

CONCLUSÃO

O processo de Transferência de Tecnologia Verde (TTV) aplicado ao controle biológico de pragas em unidades produtivas no âmbito da agricultura familiar, no cultivo de olerícolas demonstrou ser uma estratégia viável e promissora para a promoção da sustentabilidade na agricultura familiar. O estudo evidenciou que a efetividade dessa abordagem depende da integração entre diagnóstico, capacitação, acompanhamento técnico, adaptação contínua às condições locais e manejo.

O diagnóstico evidenciou um sistema produtivo diversificado, com alta presença de pragas e forte dependência de defensivos químicos, o que justificou a necessidade de alternativas mais sustentáveis. A elaboração de materiais educativos adaptados à linguagem dos produtores, aliada às capacitações práticas e à liberação com orientação técnica sobre os parasitoides, mostrou-se eficaz para favorecer a compreensão e o interesse dos produtores pela tecnologia.

As observações subsequentes revelaram respostas iniciais positivas, como a redução de danos nas folhas e o reconhecimento da atuação dos inimigos naturais, embora também tenham indicado a necessidade de ajustes, incluindo a utilização de outros tipos de parasitoides além daqueles voltados ao parasitismo de pupas.

Nesse sentido, os resultados reforçam que a TTV não se limita à introdução de uma inovação, mas envolve um processo contínuo de construção de conhecimento, diálogo e adequação às condições reais de cada propriedade. A interação próxima entre equipe técnica e produtor demonstrou ser fundamental para fortalecer a confiança na tecnologia e estimular sua adoção gradual.

Conclui-se que a Transferência de Tecnologia Verde se efetivou quando acompanhada por estratégias metodológicas que integrem ao diagnóstico, capacitação, demonstração prática e acompanhamento. A adoção dessa prática pode ocorrer gradualmente à medida que o produtor passa a compreender sua lógica, observando os efeitos e recebendo suporte para ajustar as práticas em seu sistema produtivo. Reforçando a importância da articulação entre pesquisa, extensão e prática agroecológica, com destaque da TTV como modelo replicável em contextos semelhantes de agricultura familiar.

AGRADECIMENTOS

É expressa a gratidão pelo fomento, apoio e incentivo ao Parque Tecnológico da Itaipu Binacional (PTI), a Itaipu Binacional, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), ao agricultor participante por ceder espaço, confiar e acreditar no Projeto como instrumento inovador e potencial agregado em sua propriedade e ao LABin, pela excelência, desempenho e dedicação durante as atividades.

REFERÊNCIAS

- BEHERA, D.; FATHIMA, J.; SAADY, N. M. C.; ZENDEHBOUDI, S.; ALBAYATI, T. M.; AL-NAYILI, A.; CHATTERJEE, P.; PONNUSAMI, V.; PEACH, B.; RUIZ ESPINOZA, J. E. Engaging local communities and stakeholders in adaptation measures for sustainable technologies. *Green Technologies and Sustainability*, [S.l.], 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.grets.2025.100242>. Acesso em: 28 jan. 2026.
- BELLÉ, Maria de Fátima Lessa; ALVES, Gilberto Luiz; DE SOUZA, Celso Correia. Impactos sobre o desenvolvimento regional decorrentes do Assentamento Itamarati, Ponta Porã (MS): 2001-2010. *albuquerque: revista de história*, v. 5, n. 9, 2013.
- CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. Adoção do Manejo Integrado de Pragas baseado na percepção e educação ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental — REGET*. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/420>. Acesso em: 08 dez. 2025.
- COLMENAREZ, Y. C.; VASQUEZ, C. Benefits associated with the implementation of biological control programmes in Latin America. *BioControl*, [S.l.], 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10526-024-10260-7>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Agroecologia*. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agroecologia>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2024. The State of Food Security and Nutrition in the World 2024 - Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms. Rome. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cd1254en>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- GRUBER, K. Pesticide exposure and increased risk of breast cancer for women in rural Brazil. *The Lancet Oncology*, [S.l.], 2025. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(25\)00726-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(25)00726-5). Acesso em: 30 nov. 2025.
- HUANG, Y.; LI, Z. Assessing pesticides in the atmosphere: a global study on pollution, human health effects, monitoring network and regulatory performance. *Environment International*, [S.l.], v. 187, art. 108653, 2024. Disponível em: <https://doi-org.ez50.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.envint.2024.108653>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MATO GROSSO DO SUL (IDATERRA) - Plano de desenvolvimento do Assentamento Itamarati. Brasil. INCRA, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- KNOPP, G. C.; SOARES, E. L. A. Estética e desperdício de alimentos: compreendendo as preferências e as escolhas dos consumidores de frutas, legumes e verduras. *Research, Society and Development*, [S.l.], v. 13, n. 3, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i3.45365>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- JAGTAP, Mr Madan M.; TELI, S. N. PDCA Cycle As TQM Tool-continuous improvement of warranty. *Int. J. Recent Technol. Mech. Electr. Eng*, v. 2, n. 4, p. 1-5, 2015.
- LEITE, P. N. F.; VILARINHO, G.; INOUE, M. H. Resíduos de agrotóxicos em alimentos no Brasil (2018 a 2025): desafios e monitoramento. *Revista Aracê*, [S.l.], 2025. ISSN 2358-2472. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/arev7n10-237>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- MENEZES, E. de L, A. Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2004. 68 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/627833>. Acesso em: 08 dez. 2025.
- MICHEREFF FILHO, M. et al. Manejo de pragas em hortaliças durante a transição agroecológica. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013. Circular Técnica (CNPV), n. 119. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/957535>. Acesso em: 7 dez. 2025.
- NEPOMOCENO, T. A. R.; PLEIN, C.; CARNIATTO, I. Desenvolvimento sustentável na agricultura familiar: implicações para o controle biológico de insetos-praga. *International Journal*

- of Environmental Resilience Research and Science, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 1–19, 2023. DOI: 10.48075/ijerrs.v5i1.30797. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/ijerrs/article/view/30797>. Acesso em: 7 dez. 2025.
- NITU, O.A.; IVAN, E.S.; ARSHAD, A. Optimizing microclimatic conditions for lettuce, tomatoes, carrots, and beets: impacts on growth, physiology, and biochemistry across greenhouse types and climatic zones. *Int. J. Plant Biol.* 2025, 16, 100. <https://doi.org/10.3390/ijpb16030100>.
- OLIVEIRA, Maria Celeste Cardeal de. O uso intensivo de agrotóxicos na agricultura familiar do Brasil: um problema urgente. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 83, 2024. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/41169>. Acesso em: 08 dez. 2025.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. [S.l.]: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-par-a-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- PEDROSO, M. T. M.; GUIMARAES, J. A.; LIMA, C. M.; MOREIRA, L. R. Desafios para a adoção de manejo integrado de pragas pelos produtores de pimentão do Distrito Federal: um estudo prospectivo. In: Congresso Da Sociedade Brasileira De Economia, Administração E Sociologia Rural (Sober), 61., 2023, Piracicaba. Anais do Congresso. Piracicaba, ESALQ/USP, 2023. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1158100/1/PIMENTAO-SOBER-Maria-Thereza-Macedo-Pedroso.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- SANTOS, C. S. Alternativas agroecológicas utilizadas no sistema de cultivo da berinjela (*Solanum melongena*). 2021. Disponível em: <https://repositorio.ueg.br/jspui/handle/riueg/656>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- SANTOS, L. O.; MUNIZ, J. A.; SANTOS, C. S.; SENA, W. L. A importância da olericultura na dinamização da cadeia produtiva de hortaliças na agricultura familiar no Brasil. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, [S.l.], v. 9, 2025. ISSN 2178-6925. Disponível em: <https://doi.org/10.61164/rmnm.v10i1.3913>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- SILVA, L. C. S.; CATEN, C. S. T.; GAIA, S. Conceptual framework of green technology transfer at public university scope Brazilian. *Innovation and Green Development*, [S.l.], v. 2, art. 100076, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100076>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- SWAINE, M.; BERGNA, A.; OYSERMAN, B.; VASILEIADIS, S.; KARAS, P. A.; SCREPANTI, C.; KARPOUZAS, D. G. Impact of pesticides on soil health: identification of key soil microbial indicators for ecotoxicological assessment strategies through meta-analysis. *FEMS Microbiology Ecology*, [S.l.], 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/femsec/fiaf052>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- XIANG, J.; FU, C. Z.; XU, R. Q.; LU, Q. Y.; TANG, B.; XING, Q.; WANG, L. C.; HAO, Q. W.; MO, L.; ZHENG, J. Occurrence and risk assessment of current-use pesticides in a tropical drinking water source reservoir in Hainan Province, China. *Environmental Science: Processes & Impacts*, [S.l.], 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/D4EM00676C>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- ZHOU, L.; GONG, Y.; LÓPEZ-CARR, D.; HUANG, C. A critical role of the capital green belt in constraining urban sprawl and its fragmentation measurement. *Land Use Policy*, [S.l.], 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107148>. Acesso em: 30 nov. 2025.