

CAPÍTULO 8

Atuação de óleos essenciais no controle biológico da requeima (*Phytophthora infestans*) no cultivo de batata

Gislaine Ferreira Mendonça Effgen, Luana Aparecida de Oliveira Rodrigues,
Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-23-7.c8>

Resumo

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais consumidos globalmente e desempenha um papel fundamental na economia mundial. No entanto, é vulnerável a várias doenças, sendo a requeima (causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans*) uma das mais devastadoras. Esta doença pode resultar em perdas significativas de produtividade, qualidade e rentabilidade das colheitas. Para enfrentar esse desafio, muitos agricultores recorrem ao uso de fungicidas, uma medida de controle comum, mas que pode ter impacto e externalidades negativos no meio ambiente e na saúde humana. Em busca de alternativas mais sustentáveis, os óleos essenciais surgem como uma opção promissora no controle da requeima da batata. Óleos essenciais, tais como os de cravo, orégano, alho, camomila e eucalipto, têm demonstrado potencial no combate a essa doença. No entanto, é fundamental conduzir mais pesquisas para avaliar sua eficácia em condições de campo e desenvolver as melhores práticas de aplicação. Além disso, é fundamental considerar a segurança e os impactos ambientais desses produtos antes de sua adoção em larga escala. A utilização de óleos essenciais pode representar uma abordagem mais sustentável para o manejo da requeima da batata, reduzindo a dependência de fungicidas sintéticos. No entanto, é necessário um cuidadoso equilíbrio entre a eficácia no controle da doença e a minimização de impactos ambientais e à saúde. Portanto, é essencial continuar investigando e desenvolvendo métodos de controle que sejam eficazes, seguros e ambientalmente responsáveis para garantir a sustentabilidade da produção de batata no longo prazo.

Palavras-chave: Batata. Óleo essencial. Antifúngico. Requeima. Controle biológico.

1. Introdução

A cultura da batata tem desempenhado um papel significativo na segurança alimentar ao longo da história, mas enfrenta diversos desafios, incluindo várias doenças que afetam sua saúde. A requeima, causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans*, é uma das mais destrutivas, podendo dizimar uma lavoura em poucos dias, se as condições forem favoráveis e medidas de controle adequadas não forem implementadas (Reis; Storck; Carvalho, 2010).

Atualmente, o controle da requeima geralmente depende de produtos químicos, como fungicidas. No entanto, a necessidade de reduzir o uso de agrotóxicos e os impactos ambientais e de saúde associados a eles tem gerado um debate crescente. Além disso, a resistência adquirida pelos patógenos aos fungicidas aumenta a urgência de buscar alternativas mais sustentáveis (Lamichhane *et al.*, 2016).

Uma alternativa promissora é o uso de substâncias naturais, como os óleos essenciais derivados de plantas, no manejo das doenças de plantas. Estudos têm investigado o potencial desses óleos essenciais no controle da requeima da batata, oferecendo uma abordagem mais sustentável e reduzindo a dependência de produtos químicos sintéticos (Töfoli *et al.*, 2016).

Portanto, este trabalho busca realizar uma revisão teórica dos estudos sobre práticas alternativas no controle da requeima da batata, com foco no uso de plantas e seus extratos, como os óleos essenciais, como uma estratégia viável para promover uma agricultura mais sustentável e reduzir os impactos ambientais e de saúde associados ao uso excessivo de agrotóxicos.

2. A história da batata

A batata, historicamente presente na alimentação humana, é a terceira cultura alimentar mais importante do mundo e a primeira *commodity* não grão. Mais de um bilhão de pessoas consomem batata diariamente, e sua produção anual mundial ultrapassa 330 milhões de toneladas, ocupando uma área de 18 milhões de hectares (FAO, 2016).

Originária da Cordilheira dos Andes, na América do Sul, a batata-inglesa (*Solanum tuberosum* L.) foi introduzida no Brasil no final do século XIX,

especialmente na Região Sul do país, onde as condições edafoclimáticas favorecem sua produção (Silva; Lopes, 2016). Graças às suas características nutricionais e versatilidade culinária, a batata se tornou uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil.

O mercado global da batata é abastecido por 159 países, com a produção mundial em 2019 estimada em 370,4 milhões de toneladas (FAO, 2016). O Brasil é um produtor tradicional, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), no ano de 2017, foram produzidos cerca de 4,3 milhões de toneladas de batata no Brasil em aproximadamente 140,4 mil hectares, atingindo uma produtividade média de 31 toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}$), ocupando o 21º lugar no *ranking* mundial. Os cinco maiores produtores são China, Índia, Rússia, Ucrânia e EUA, responsáveis por 55% da produção global.

No Brasil, a batata é a segunda hortaliça mais consumida, com um consumo médio de cerca de 4 kg por pessoa ao ano, de acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2018 (IBGE, 2020). Conhecida cientificamente como *Solanum tuberosum*, a batata é a hortaliça que mais produz carboidratos por área, desempenhando um papel fundamental na alimentação humana devido ao seu alto teor calórico (Godoy; Scotti; Bueno, 2003; EMBRAPA, 2016).

De acordo com a Associação Brasileira da Batata (ABBA), o agronegócio da batata engloba cerca de 5 mil produtores distribuídos em 30 regiões de sete estados brasileiros (MG, SP, PR, RS, SC, GO e BA) (EMBRAPA, 2016). A região Sul do Brasil, berço da produção de batata no país, ainda mantém uma das maiores áreas cultivadas e concentra um grande número de produtores (Pereira; Daniels, 2003).

A produção nacional é realizada em três épocas de cultivo: safra das águas, safra da seca e safra de inverno. O período de plantio varia conforme a região, mas geralmente é coordenado de forma a permitir dois cultivos predominantes em cada localidade. A safra de inverno é característica da região Sudeste. Embora a maior parte da produção brasileira de batata seja destinada ao mercado *in natura*, o mercado de batata processada tem apresentado expansão nos últimos anos (Töfoli *et al.*, 2013).

Conforme destacado por Lopes e Silva (2016), a cultura da batata-inglesa adapta-se melhor em regiões com temperaturas amenas entre 18°C e 22°C. Temperaturas elevadas podem reduzir o rendimento e a matéria seca dos tubérculos, além de prejudicar o desenvolvimento das raízes, fundamentais para a absorção de nutrientes. O cultivo da batata-inglesa requer solo fértil que promova o crescimento radicular, devido à sua sensibilidade. Recomenda-se solo bem aerado e plano para facilitar a colheita e prevenir erosão.

As técnicas, informações e tecnologias disponíveis para o sistema de produção de batata têm contribuído para aumentar a produtividade e a qualidade, visando a competitividade e a sustentabilidade da cadeia produtiva nacional. No entanto, o cultivo está suscetível a diversos agentes fitossanitários, incluindo pragas e doenças, que podem resultar em perdas significativas na produção (Figura 1).



Figura 1. Distribuição e plantio manual de ramas em leiras e montículos. No detalhe (C) o uso da bengala. Fonte: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata-doce/plantio>. Fotos: Geovani Bernardo Amaro (A); João Eustáquio Cabral de Miranda (B), João Bosco de Carvalho Silva (C e D).

3. Doenças da batata: requeima

A doença causada pelo fungo do gênero *Phytophthora*, conhecida popularmente como requeima, mela, míldio, mufa, preteadeira, fitóftora ou crestamento-da-fitóftora, é a principal enfermidade da batata em escala global (EMBRAPA, 2016). O gênero *Phytophthora* abriga diversas espécies amplamente conhecidas, com uma vasta gama de hospedeiros e distribuições geográficas, responsáveis por doenças de plantas economicamente relevantes, como cancro, tombamento, manchas foliares, podridões de raízes e copas (AGRIOS, 2005).

A requeima é especificamente causada pelo *Phytophthora infestans*, um oomiceto, anteriormente classificado como fungo, que produz esporângios, zoósporos e oósporos, estruturas responsáveis pela disseminação e, ou, sobrevivência do patógeno. A recombinação dentro da espécie pode gerar variantes do patógeno que podem superar ou "quebrar" a resistência vertical de determinadas cultivares ou que se mostram resistentes a fungicidas específicos. Por essa razão, a resistência horizontal a requeima tem sido a preferida no desenvolvimento de novas cultivares, pois é eficaz contra todas as variantes do patógeno, sendo assim mais estável e duradoura (EMBRAPA, 2016).

A requeima é uma das doenças mais devastadoras da batata e de outras culturas de solanáceas, podendo dizimar toda a colheita em apenas 7 a 10 dias quando a incidência da doença é alta e as plantas não estão protegidas (Nowicki *et al.*, 2012). A temperatura e a umidade relativa do ar são os fatores meteorológicos que mais influenciam a infecção por *Phytophthora infestans*, mas o período de molhamento foliar causado por chuva, orvalho, nevoeiro e irrigação também pode ter um impacto significativo (Duarte *et al.*, 2008). A doença é favorecida por temperaturas baixas (12°C - 20°C) (Fumiki Ito, 2009) e alta umidade relativa do ar (>90%) (EMBRAPA, 2016).

A principal condição que favorece o desenvolvimento da requeima é uma temperatura entre 7,2 a 26,6°C (Krause *et al.*, 1975) em um período prolongado de umidade elevada. Ela ataca a cultura em qualquer estágio de desenvolvimento, começando principalmente no terço médio superior da planta, mas também pode ser encontrada nos tubérculos (Fumiki Ito, 2009). Nessas

condições, a doença se espalha rapidamente pela lavoura, podendo levar à perda total em poucos dias pela destruição da folhagem.

Conforme descrito por Tofoli *et al.* (2014), o *Phytophthora infestans* pode se reproduzir de forma assexuada e sexuada. As estruturas assexuadas de propagação são os esporângios e zoósporos. Em geral, onde existe apenas um grupo de compatibilidade, a população é composta por um ou poucos grupos de indivíduos geneticamente semelhantes, originados de um ancestral comum, formando uma população clonal. O processo de reprodução sexuada envolve indivíduos geneticamente distintos e contribui para o aumento da variabilidade genética da população.

Para *P. infestans*, os indivíduos são classificados em dois tipos de compatibilidade: A1 e A2. A reprodução sexuada ocorre somente quando os dois grupos coexistem na mesma área, planta ou lesão, permitindo a troca de material genético. Como resultado, formam-se os oósporos, esporos de parede espessa adaptados para resistir a condições adversas do ambiente. Os oósporos são produzidos em maior quantidade nos caules do que nas folhas, provavelmente devido à maior longevidade dos caules no campo. Quando as plantas afetadas se decompõem, os oósporos são liberados no solo, atuando como fonte de inóculo para futuros ciclos da doença (Figura 2).

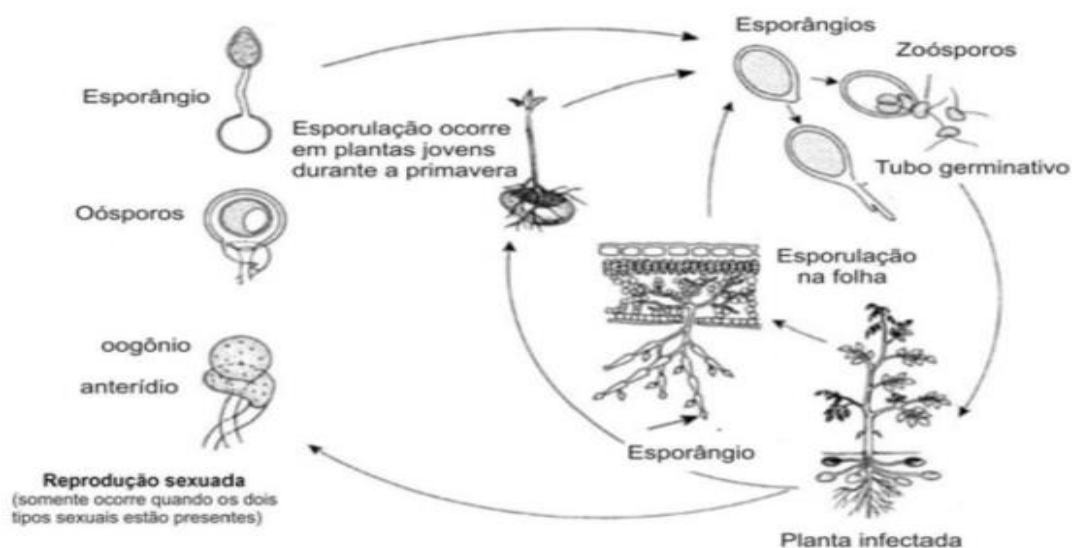


Figura 2. Ciclo reprodutivo simplificado da *Phytophthora infestans* em batata.

Fonte: Adaptado de Schumann, 1991.

O ciclo de vida de *P. infestans* é altamente dependente das condições ambientais, tornando a requeima variável no espaço e no tempo. Isso permite estudar o desenvolvimento da doença com base no monitoramento de variáveis meteorológicas (Costa *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2007; Duarte *et al.*, 2008; Lamichhane *et al.*, 2016; Töfoli *et al.*, 2016).

Cada esporângio origina em média 8 zoósporos, aumentando significativamente a quantidade de inóculo e, conseqüentemente, a severidade e o potencial destrutivo da doença. Os zoósporos podem se mover pela água livre e são atraídos pelos tecidos da planta, onde encistam. A penetração do pró-micélio resultante da germinação dos esporângios ou cistos é direta no tecido vegetal, com a formação de apressórios. A colonização dos tecidos é rápida, com um período de incubação variando de 48 a 72 horas (Töfoli *et al.*, 2014).

Os primeiros sintomas nas folhas são manchas de tamanho variável, inicialmente de cor verde-clara ou escura e aspecto úmido, evoluindo para manchas pardo-escuras a negras, necróticas e irregulares (Figura 3). Na face inferior das folhas, pode-se observar a formação de um anel de esporulação ao redor das lesões, apresentando um aspecto aveludado e coloração branco-acinzentada (Töfoli *et al.*, 2014).



Figura 3. Sintomas da requeima em folhas e hastes de tomateiro. Fonte: <https://ihara.com.br/wp-content/uploads/sites/96/2021/03/ficha-tecnica-requeima-ihara-1.pdf>. Crédito: Jesus G. Töfoli.

À medida que as lesões coalescem, o tecido foliar exibe um aspecto de queima generalizada. Nos brotos, a doença causa a morte das gemas apicais e

interfere diretamente no desenvolvimento das plantas. Nas hastes e pecíolos, as lesões são marrom-escuras, contínuas e aneladas, podendo causar a morte das áreas posteriores à lesão. Nos tubérculos, as lesões são castanhas, superficiais, irregulares e com bordos indefinidos (Figura 4). No interior dos tubérculos, a necrose é irregular, de coloração marrom, aparência granular e mesclada.



Figura 4. Sintomas da requeima em tubérculo de batata e em tomate. Fonte: <https://ihara.com.br/wp-content/uploads/sites/96/2021/03/ficha-tecnica-requeima-ihara-1.pdf>. Crédito: Eduardo S.G. Mizubut.

A disseminação da doença ocorre principalmente via sementes infectadas, ação de ventos, água de chuva ou irrigação, circulação de equipamentos, entre outros meios (Töfoli *et al.*, 2014). A maioria das cultivares comerciais no Brasil é suscetível ou moderadamente suscetível a requeima (Töfoli *et al.*, 2016)

4. Controle da doença

Os fungicidas desempenham um papel essencial nos programas de gestão da requeima, apesar dos avanços em práticas culturais, modelos de previsão de doenças e cultivo de variedades resistentes (Erwin; Ribeiro, 1996; Teresa *et al.*, 2014; Haesaert *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, o controle da requeima tem gerado aumentos significativos nos custos de produção devido à necessidade de utilização de fungicidas com modos de ação diferenciados e maior frequência de pulverizações. Estima-se que a doença cause prejuízos anuais superiores a 7 bilhões de dólares em todo o mundo (Töfoli *et al.*, 2014).

Na gestão de doenças de plantas, é fundamental integrar medidas de controle para viabilizar a produção, especialmente em cultivos orgânicos. Nessas circunstâncias, o uso de caldas, extratos, biofertilizantes, preparações homeopáticas e agentes de controle biológico pode reduzir a intensidade da doença.

Apesar de cultivares resistentes e produtos alternativos serem as medidas mais recomendadas no controle da requeima da batata (*Phytophthora infestans*) em sistemas de produção familiar e de base ecológica, há uma escassez de materiais genéticos com resistência ao patógeno e de produtos eficazes disponíveis no mercado (Schlee *et al.*, 2012).

Pesquisas recentes, conforme Töfoli *et al.* (2017), têm indicado que formulações de *Bacillus subtilis* e *Trichoderma harzianum*, aplicadas de forma preventiva, podem reduzir a severidade da requeima em campos de batata. Uma alternativa é a aplicação da calda bordalesa (Medeiros *et al.*, 2008), um fungicida permitido na Agricultura Orgânica à base de sulfato de cobre, com ação preventiva.

No entanto, é importante observar que, conforme descrito por Töfoli *et al.* (2017), a calda bordalesa deve ser usada com critério, uma vez que pode ser fitotóxica em culturas jovens e quando aplicada em períodos de alta temperatura.

5. Métodos alternativos no controle de doenças

A utilização de métodos alternativos no controle de doenças, como o uso de produtos naturais, pode proporcionar alimentos mais saudáveis, livres de resíduos de agrotóxicos, e preservar a saúde do agricultor (Saito; Scramin, 2000).

Entre esses métodos, destaca-se o uso de óleos essenciais ou extratos botânicos, que contêm compostos naturais biologicamente ativos contra pragas agrícolas (Lopes *et al.*, 2005). Os óleos essenciais das plantas têm sido reconhecidos por suas diversas atividades biológicas, incluindo mortalidade, repelência, diminuição da alimentação e da oviposição de pragas (Ootani *et al.*, 2013).

Silva *et al.* (2017) avaliaram o potencial de controle de óleos essenciais sobre a requeima da batata, testando o óleo de cravo, orégano, melaleuca e alho *in vitro*. Observaram que, aos seis (6) dias após a incubação (DAI), todos os tratamentos reduziram a severidade da requeima em relação à testemunha, com destaque para o óleo de orégano. Aos dez (10) DAI, os óleos de orégano e cravo mantiveram seu efeito de controle, semelhantes ao padrão clorotalonil. Porém, os tratamentos à base de óleo de melaleuca e alho não apresentaram diferença em relação à testemunha.

Bosenbecker *et al.* (2006), estudando o efeito de óleos essenciais de plantas medicinais sobre o crescimento micelial *in vitro* de *P. infestans*, observaram que o óleo de camomila inibiu a severidade da requeima nas cultivares Bintje e Eliza, enquanto o óleo de orégano inibiu na cultivar Eliza. No entanto, não houve efeito sobre a produção nas diferentes cultivares.

Medeiros *et al.* (2008) avaliaram o controle alternativo da requeima em batatas cultivadas em sistema de base ecológica, testando a eficiência de diferentes produtos. Observaram que o fungicida Metalaxyl proporcionou os melhores resultados na redução da severidade da requeima, comparável aos tratamentos com calda Bordalesa + alho e extrato de própolis 0,3%.

Bonaldo *et al.* (2007) realizaram a aplicação do óleo essencial de eucalipto para controlar fungos fitopatogênicos *in vitro*. Eles observaram que a partir de uma concentração de 20 µl, houve 100% de inibição do crescimento micelial de *Phytophthora* sp., indicando uma potencial atividade antifúngica do óleo essencial de eucalipto no controle de certos fungos fitopatogênicos.

Pereira *et al.* (2013) avaliaram a eficiência do óleo essencial de chinchilho como alternativa no controle da requeima da batata em cinco tratamentos diferentes. Eles observaram que as plantas tratadas com o óleo essencial de chinchilho apresentaram menor severidade da doença em comparação com os demais tratamentos.

Segundo a Embrapa (2014), o óleo de nim emulsionável (produto comercial) é recomendado para controle da requeima causada por *Phytophthora* sp. em tomate e batata, na concentração de 0,5%.

Rauber *et al.* (2007) avaliaram a eficácia de preparados homeopáticos e a reação do germoplasma da batateira aos principais insetos-praga e doenças. Eles utilizaram diferentes preparados homeopáticos e formulações caseiras, incluindo Calda Bordalesa, Extrato Hidroalcolico de Própolis, entre outros. Embora não tenham observado diferenças significativas na produtividade entre os tratamentos, notaram que alguns germoplasmas de batata, como Ágata e Monalisa, apresentaram alta susceptibilidade à doença, incluindo a requeima causada por *P. infestans*.

Damasceno (2019) avaliou preparados homeopáticos no desenvolvimento e manejo fitossanitário de cultivares de batata, utilizando *Arsenicum album* e *Calcarea carbonica* 12CH, além dos óleos essenciais de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) e aroeira (*Schinus terebinthifolius*) na 4CH, com água como testemunha. Segundo o autor, as plantas pulverizadas com *Calcarea carbonica* apresentaram menor incidência (0,00) de doenças em comparação com as plantas pulverizadas com Aroeira (0,67) e *Arsenicum album* (0,50), enquanto os demais tratamentos não diferiram.

Busnello (2015), ao avaliar preparados homeopáticos no manejo fitossanitário e rendimento de germoplasma da batata cultivada no sistema orgânico, constatou que os preparados *Hypericum perforatum* (conhecida como erva-de-são-joão) 12 e 60CH, e *Silicea terra* 12CH, diferiram do controle, reduzindo a incidência e severidade da requeima. Além disso, observou que a maior incidência de requeima ocorreu nos tratamentos sem intervenção, diferindo estatisticamente dos tratamentos com os preparados homeopáticos *Hypericum* 60CH, *Hypericum* 12CH e *Silicea* 12CH.

A utilização de óleos essenciais e extratos vegetais têm sido avaliados como estratégia de manejo e tem ganhado espaço entre pesquisadores e produtores. Para o controle de *P. infestans*, foram avaliados extratos de diversas plantas, como pimenta, pimenta-do-reino, cravo, açafraão-da-índia, alho, capim-limão, orégano, camomila, chinchilho, eucalipto, alecrim-do-campo e aroeira. Além disso, o óleo de nim, combinado com fungicidas químicos, demonstrou reduzir o progresso do patógeno, indicando que o uso desses compostos pode ser eficaz e benéfico para a cultura. Assim, há um amplo campo de

possibilidades para avaliar novos óleos e/ou extratos vegetais visando o controle de *P. infestans* na cultura da batata.

6. Considerações

Ao longo desta revisão bibliográfica, fica evidente a importância global da cultura da batata na segurança alimentar da humanidade, assim como a necessidade premente de desenvolver abordagens sustentáveis para o controle de patógenos que ameaçam a produção desse importante alimento. Dentro desse contexto, os princípios da agroecologia oferecem um arcabouço conceitual valioso para orientar a busca por alternativas ecologicamente responsáveis e economicamente viáveis no manejo fitossanitário.

A utilização de extratos vegetais e óleos essenciais têm surgido como uma promissora linha de pesquisa nesse sentido. Estudos destacam o potencial dessas substâncias naturais na redução da severidade de doenças, como a requeima da batata causada pelo fungo *Phytophthora infestans*. Compostos bioativos presentes em óleos essenciais, como o carvacrol e o eugenol, demonstraram atividades antifúngicas significativas, apresentando-se como alternativas aos fungicidas químicos convencionais.

Dentre os óleos essenciais e extratos vegetais investigados, cravo, orégano, alho, camomila e eucalipto têm se destacado pelos seus efeitos promissores no controle da requeima. Além disso, preparados homeopáticos também têm sido explorados e mostraram eficácia em alguns casos, oferecendo uma opção adicional no manejo fitossanitário.

No entanto, é fundamental ressaltar a necessidade de estudos mais aprofundados para explorar todo o potencial desses recursos naturais. Pesquisas futuras podem se concentrar em várias frentes, incluindo:

- ✓ Identificação e caracterização de novos óleos essenciais e extratos vegetais com atividade antifúngica contra *Phytophthora infestans*.
- ✓ Investigação dos mecanismos de ação dos compostos bioativos presentes em óleos essenciais e extratos vegetais, a fim de entender melhor como eles atuam no controle de doenças.

- ✓ Desenvolvimento de formulações mais eficazes e estáveis de óleos essenciais para aplicação agrícola.
- ✓ Avaliação da viabilidade econômica e ambiental da utilização de óleos essenciais e extratos vegetais em sistemas de produção agrícola em larga escala.
- ✓ Estudos sobre os efeitos desses métodos alternativos no microbioma do solo e na biodiversidade agrícola, visando promover a saúde do ecossistema agrícola como um todo.

Ao se avançarem nessa linha de pesquisa, podem-se não apenas reduzir a dependência de fungicidas químicos, mas também promover uma agricultura mais sustentável e resiliente, beneficiando tanto o meio ambiente quanto os produtores agrícolas. A incorporação de métodos alternativos no controle de doenças, como o uso de óleos essenciais e extratos vegetais, representa uma estratégia promissora para a gestão integrada de pragas e doenças, contribuindo para a construção de sistemas alimentares mais saudáveis, seguros e sustentáveis.

7. Referências

AGRIOS, G. N. *Plant Disease Epidemiology*. California, Academic Press, **Plant Pathology**, v. 5, 2005. p. 266-289.

BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S.; FIORITUTIDA, A. C. G. Contribuição ao estudo das atividades antifúngica e elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja por eucalipto (*Eucalyptus citriodora*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 383-387, 2007.

BOSENBECKER, V. K.; GOMES, C. B.; GOMES, J. C. C. Efeito de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de *Phytophthora infestans* em batata. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 1, n. 1, 2006. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/6204>. Acesso em: 30 nov. 2023.

BUSNELLO, F. J. **Preparados homeopáticos no manejo fitossanitário e rendimento do germoplasma da batata cultivada no sistema orgânico**. 2015. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, 2015. Disponível em https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1369/tese_final_15705607196568_1369.pdf. Acesso em: 01 dez. 2023.

COSTA, R. V.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; MIZUBUTI, E. S. G. Previsão da requeima da batateira. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 349-354, 2002.

DAMASCENO, M. de S. **Preparados homeopáticos no desenvolvimento e no manejo fitossanitário de cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 64 p. Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2019.

DUARTE, H. da S. S.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. de. Manejo da requeima do tomateiro industrial empregando sistema de previsão. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 328-334, 2007.

DUARTE, H. da S. S.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. Á.; RIOS, J. A. Efeito do silicato de potássio isoladamente ou em mistura com fungicida no controle da requeima da batateira. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 1, p. 68-70, 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Controle alternativo de pragas e fitopatógenos. Miguel Michereff Filho, Módulo 6 - **Cadeia Produtiva da Olericultura**. 2014. Disponível em: https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/capacitacao-continuada-olericultura/-/document_library. Acesso em: 01 dez 2023.

EMBRAPA – Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária. **Sistema de produção de batata**. 2016. In: Cultivos, criações e sistemas de produção. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados>. Acesso em: 28 nov. 2023.

ERWIN, D. C.; RIBEIRO, O. K. Doenças de *Phytophthora* em todo o mundo. **American Phytopathological Society Press**, St Paul, MN (1996).

FAO – **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura**. 2016. Disponível em <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso: 28 nov. 2023.

FUMIKO ITO, M. Entomologia-Requeima da Batata. Instituto Agrônomo – IAC. **Revista Batata Show**. ABBA - Associação Brasileira da Batata Volume 09. 2009. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/materias-das-revistas/entomologia-requeima-da-batata/>. Acesso em: 28 nov. 2023.

GODOY, R. C. B.; SCOTTI, C. A.; BUENO, L. A. P. A Batata no Estado do Paraná. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 25-37.

HAESAERT, G.; VOSSEN, J. H.; CUSTERS, R.; LOOSE, M. de; HAVERKORT, A.; HEREMANS, B.; HUTTEN, R.; KESSEL, G.; LANDSCHOOT, S.; VAN, B.; VISSER, R. G. F.; GHEYSEN, G. A transformação da variedade de batata Desiree com genes de resistência únicos ou múltiplos aumenta a resistência a requeima em condições de campo. **Proteção de colheita**. n. 77, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.07.018>.

HIJMANS, R. J.; FORBES, G. A.; WALKER, T. S. Estimating the global severity of potato late blight with GIS-linked disease forecast models. **Plant Pathology**, v. 49, n. 6, p. 697-705, 2000. Disponível em: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/122995>. Acesso em: 28 nov. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2000.00511.x>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018**: Avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática**: SIDRA. Banco de dados agregados. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas>. Acesso em: 06 abr. 2024.

LAMICHHANE, J. R.; DACHBRODT-SAAYDEH, S.; KUDSK, P.; MESSÉAN, A.; TOWARD, S. de; MEISSLE, M.; KISS, J. Identifying obstacles and ranking common biological control research priorities for Europe to manage most economically important pests in arable, vegetable and perennial crops. **Pest Management Science**, v. 72, n. 1, p. 14-21, 2016. <https://doi.org/10.1002/ps.4065>

LOPES, C. A.; SILVA, G. O. da. Clima. In: SILVA, G. O. da (Ed.). **Batata**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/batata/arvore/CONT000gnc4knh202wx5ok0edacx15y26tik.html> Acesso em: 29 nov. 2023.

LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; FERREIRA, P. A.; AMORA, D. X. Efeito dos extratos aquosos de *Mucuna Preta* e de *Manjeriço* sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Brasília: **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 67-74, 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33604/1/documento168.pdf> Acesso em: 28 nov. 2023.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER, A. S.; GOMES, C. B.; WOLFF, L. F.; 2008. Controle alternativo de requeima (*Phytophthora infestans*) em batata cultivada em sistema de base ecológica. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 48. **Resumos...** Maringá: ABH. p. S4821-s4826 (CD – ROM): Disponível em: www.abhorticultura.com.br/. Acesso em: 24 nov. 2023.

NOWICK, M.; FOOLAD, M. R.; NOWAKOWSKA, M.; KOZIK, E. U. Potato and tomato late blight caused by *Phytophthora infestans*: An overview of pathology and resistance breeding. **Plant Disease** – v. 96, n. 1, 2012. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-05-11-0458>. Acesso em: 28 nov. 2023.

OOTANI, M. A. *et al.* Use of Essential Oils in Agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 162-174, 2013.

PEREIRA, A. da S. A evolução da cultura da batata no Brasil. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 2, p. S5701- S5710, jul. 2011. Suplemento. Trabalho apresentado no 51º **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 2011, Viçosa, MG.

Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62091/1/Digitalizar0018.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 567 p.

PEREIRA, I. dos S.; CAMPOS, A. D. G.; BAUER, C.; PORTO, F. G. da S.; MACEDO, J. K. Óleo essencial de chinchilho (*Tagetes minuta* L.) como alternativa para o controle da requeima na cultura da batata. **Resumos... VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013**. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/14315/9510>. Acesso em: 30 nov. 2023.

RAUBER, L. P.; BOFF, M. I. C.; SIVA, Z. da; FERREIRA, A.; BOFF, P. Manejo de Doenças e Pragas da Batateira pelo Uso de Preparados Homeopáticos e Variabilidade Genética. **Revista Brasileira De Agroecologia**. 2007. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/6997>. Acesso em: 30 nov. 2023.

REIS, E. F. dos; STORCK, L.; CARVALHO, J. L. N. de. Requeima da batateira (*Phytophthora infestans*) e sua influência sobre a produtividade e a qualidade de tubérculos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 9, n. 1, p. 66-73, 2010.

SAITO, M. L.; SCRAMIN, S. Plantas aromáticas e seu uso na agricultura. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2000. 48p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 20). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/13954>. Acesso em: 28 nov. 2023.

SCHLEE, V. W.; BRUM, D. de; COILA, V. H. C.; SCHIEDECK, G.; GOMES, C. B. Avaliação in vitro da severidade de *Phytophthora infestans* em duas cultivares de batata submetidas ao tratamento com óleo essencial de tagetes minuta. In: IV Encontro de iniciação científica e pós-graduação da Embrapa Clima Temperado. 4. 2012. Pelotas. Ciência e inovação para 2050: qual o futuro que queremos? **Resumos e palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 1 CD-ROM. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/951242/1/03.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.

SCHUMANN, G. L. The Irish potato famine and the birth of plant pathology. In: SCHUMANN, G. L. **Plant diseases: Their biology and social impact**. Minnesota: American Phytopathological Society, 1991. Cap.1, p. 1-24.

SILVA, G. O. da; LOPES, C. A. (Ed.). **A cultura da batata**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2016. (Embrapa Hortaliças. Sistema de Produção, 8). Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/_sistemaProducaoId>. Acesso em: 28 nov. 2023.

SILVA, G.A.C.; ZANOTTA, S.; DOMINGUES, R.J.; TÖFOLI, J.G. Ação *in vivo* de óleos essenciais no controle da requeima da batata. In: **15º Congresso de**

Iniciação Científica em Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais. Disponível em: www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/V79_2/7dd4_b1e8-d68f-42cc-9086-12998d07a914.pdf. Acesso em: 30 nov. 2023.

TERESA, R. C. M.; ROSAURA, V. G.; ELDA, C. M.; ERNESTO, G. P. O composto de defesa do abacate fenol-2,4-bis (1,1-dimetiletil) é induzido pelo ácido araquidônico e atua através da inibição da produção de peróxido de hidrogênio por patógenos. **Fisiol. Mol. Planta Pathol.**, n. 87, p. 32-41, 2014.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T.; ZANOTTA, S. Requeima da batata: a cada safra um novo desafio. Instituto Biológico – SP. **Comunicado Técnico**. Número 203 - 20/05/2014. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/publicacoes/>. Acesso em: 28 nov.2023.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T.; ZANOTTA, S. **Requeima:** prevenir e integrar - sempre a melhor solução. Instituto Biológico – SP. Comunicado Técnico. Número 228. 2017. Disponível em <http://repositorio.biologico.com.br/jspui/handle/123456789/199>. Acesso em: 28 nov. 2023.

TÖFOLI, J. G.; MELO, P. C. T. de; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T. Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas e seu reflexo sobre a produtividade e a qualidade de tubérculos. **Scientific Article**. Arq. Inst. Biol. 83 • 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657001172013>.

TÖFOLI, J. G.; MELO, P. C. T.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T. Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas: conceitos, evolução e uso integrado. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 41-52, 2013.