POTENCIAL DE *Phytophthora palmivora* COMO PATÓGENO MULTIHOSPEDEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS TROPICAIS

João Pedro Martins Marconsine, Lorenzo Acre Egidio Gonçalves, Gabriel de Azevedo Duarte, Lucas Jordão Santana Tigre, Otavio Brandão Oliosi, Simone de Paiva Caetano Bucker Moraes, Willian Bucker Moraes.

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, s/n, Guararema, 29500-000 – Alegre – ES, Brasil, marconsine2407@gmail.com, lorenzoegidiogoncalves@gmail.com, gabriel4181043@gmail.com, lucasjst01@gmail.com, oliosib07@gmail.com, simonepaivabucker@gmail.com, willian.moraes@ufes.br.

Resumo

A ampla gama de hospedeiros de *Phytophthora palmivora* e sua capacidade de sobrevivência e dispersão conferem ao patógeno relevância epidemiológica em sistemas agrícolas tropicais. Objetivou-se com este estudo analisar o potencial de *P. palmivora* como patógeno multihospedeiro em sistemas agroflorestais tropicais, discutindo como a interação entre hospedeiros, ambiente e manejo influencia sua persistência e disseminação. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura em bases científicas e documentos técnicos publicados entre 2015 e 2026. Os resultados indicam que o patógeno apresenta ampla gama de hospedeiros, elevada capacidade de sobrevivência em solo e resíduos vegetais e dispersão favorecida pela água e pelos respingos de chuva. Em arranjos contendo seringueira, cacaueiro e mamoeiro, a continuidade de hospedeiros e as alterações microclimáticas podem favorecer a manutenção do inóculo e a disseminação da doença. Conclui-se que a epidemiologia de *P. palmivora* deve ser compreendida de forma integrada, considerando hospedeiro, patógeno, ambiente e manejo no planejamento fitossanitário dos sistemas agroflorestais.

Palavras-chave: Epidemiologia. Microclima. Seringueira. Cacaueiro. Mamoeiro.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias – Agronomia

Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) têm se consolidado como uma alternativa sustentável para a produção agrícola em regiões tropicais, promovendo a diversificação produtiva, a conservação dos recursos naturais e o aumento da resiliência dos agroecossistemas. A combinação de espécies arbóreas, culturas agrícolas e, em alguns casos, componentes pecuários em um mesmo espaço favorece processos ecológicos como ciclagem de nutrientes, proteção do solo, regulação hídrica e modificação do microclima, contribuindo para a estabilidade produtiva e ambiental do sistema (Guimarães, 2023). No cultivo de espécies perenes de elevado valor econômico, como seringueira (*Hevea brasiliensis*) e cacaueiro (*Theobroma cacao*), os SAFs representam uma estratégia amplamente difundida em regiões tropicais, permitindo ainda a inserção de culturas alimentares, como o mamoeiro (*Carica papaya*), que diversificam a produção e ampliam a geração de renda para os produtores (Marques et al., 2012).

Embora os benefícios agronômicos e ambientais desses sistemas sejam amplamente reconhecidos, a maior complexidade estrutural dos SAFs modifica as interações entre plantas, microrganismos e ambiente, influenciando diretamente a dinâmica de doenças. Alterações na temperatura, na umidade relativa do ar, no período de molhamento foliar, na circulação de ar e na arquitetura do dossel podem criar condições favoráveis ou desfavoráveis ao estabelecimento, sobrevivência e dispersão de fitopatógenos (Amorim et al., 2018; Laine, 2023; Angelotti et al., 2024; Hossain et al., 2024). Essas modificações ambientais assumem importância ainda maior em patossistemas envolvendo oomicetos, cuja infecção depende fortemente da disponibilidade de água livre e de condições microclimáticas favoráveis para a produção, liberação e movimentação de zoósporos (Bassani et al., 2020).

Entre esses patógenos destaca-se *Phytophthora palmivora*, um oomiceto de ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais, responsável por perdas econômicas expressivas em diversas culturas agrícolas. A espécie apresenta elevada capacidade de adaptação, ampla gama de hospedeiros e potencial para infectar diferentes órgãos vegetais, causando podridões radiculares, podridões de frutos, cancro, queima de folhas e morte de plantas. Atualmente, mais de 280 espécies vegetais distribuídas em dezenas de famílias botânicas são relatadas como hospedeiras do patógeno, incluindo culturas de grande importância econômica, como cacaueiro, mamoeiro, seringueira, coqueiro, pimenteira-do-reino, citros, abacateiro e abacaxizeiro, características que reforçam seu elevado potencial epidemiológico (Dos Santos et al., 2014; Torres et al., 2016; Jami et al., 2026).

Sob a perspectiva da epidemiologia vegetal, o desenvolvimento de doenças depende da interação entre hospedeiro suscetível, patógeno virulento e ambiente favorável, princípios estabelecidos pelo triângulo da doença e posteriormente ampliados para incorporar a influência das práticas de manejo na ocorrência das epidemias (Amorim et al., 2018). Estudos recentes reforçam que essa interação é ainda mais complexa, sendo influenciada simultaneamente pela biodiversidade, pela estrutura espacial da vegetação, pelas mudanças ambientais e pelas intervenções humanas, fatores capazes de modificar o risco epidemiológico em sistemas agrícolas e naturais (Laine, 2023). Nesse contexto, compreender a epidemiologia de *P. palmivora* exige uma abordagem integrativa, na qual a continuidade de hospedeiros, as características microclimáticas e o manejo do sistema sejam considerados de forma conjunta, especialmente em sistemas agroflorestais (Jaimes-Suárez et al., 2022).

Apesar do expressivo número de estudos sobre a biologia, patogenicidade e manejo de *P. palmivora* em culturas individuais, ainda são escassas as revisões que discutem seu comportamento como patógeno multihospedeiro em sistemas agroflorestais tropicais sob uma perspectiva epidemiológica. Essa lacuna dificulta a compreensão de como a coexistência de espécies suscetíveis, associada às modificações microclimáticas promovidas pelos SAFs, pode favorecer tanto a persistência do inóculo quanto a disseminação do patógeno. Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, o potencial de *Phytophthora palmivora* como patógeno multihospedeiro em sistemas agroflorestais tropicais, discutindo como a interação entre hospedeiros, ambiente e manejo influencia sua persistência, disseminação e importância epidemiológica.

Metodologia

O estudo consistiu em uma revisão integrativa da literatura sobre o potencial de *Phytophthora palmivora* como patógeno multihospedeiro em sistemas agroflorestais tropicais, sob perspectiva epidemiológica. As buscas foram realizadas nas bases **Scopus** e **Google Scholar**, complementadas por livros, capítulos de livros, documentos técnicos e publicações institucionais. Foram empregados descritores em português e inglês, combinados pelos operadores booleanos AND e OR, relacionados a *P. palmivora*, sistemas agroflorestais, epidemiologia de doenças, microclima, gama de hospedeiros, sombreamento, arquitetura do dossel e manejo fitossanitário. Foram priorizadas publicações entre **2015 e 2026**, nos idiomas português e inglês, incluindo trabalhos clássicos quando necessários à fundamentação de conceitos consolidados em Fitopatologia. A seleção considerou a relevância científica, atualidade e contribuição dos estudos para a compreensão das interações entre hospedeiro, patógeno, ambiente e manejo, sendo as referências posteriormente agrupadas por similaridade temática para a síntese dos aspectos relacionados à persistência, disseminação e manejo epidemiológico de *P. palmivora*.

Resultados

Phytophthora palmivora é um oomiceto hemibiotrófico pertencente ao filo Oomycota, amplamente distribuído em regiões tropicais e subtropicais, onde encontra condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento. Seu sucesso como fitopatógeno está relacionado à elevada plasticidade ecológica e à capacidade de produzir diferentes estruturas reprodutivas e de sobrevivência, que favorecem tanto a infecção quanto a persistência no ambiente (Torres et al., 2016).

O ciclo de vida da espécie envolve reprodução assexuada e sexuada. Em condições favoráveis de temperatura e disponibilidade de água, ocorre a formação de esporângios, que constituem, eles próprios, o principal propágulo de dispersão aérea por respingos de chuva e vento, podendo germinar diretamente por meio de tubo germinativo ou, indiretamente, pela liberação de zoósporos biflagelados. Uma vez liberados, os zoósporos atuam principalmente na dispersão a curta distância em água livre presente no solo ou sobre superfícies vegetais, onde se encistam e germinam, dando início à infecção dos tecidos suscetíveis. A sobrevivência do patógeno em condições desfavoráveis é garantida principalmente por clamidósporos, formados em tecidos infectados e resíduos vegetais e considerados a principal fonte de inóculo primário; oósporos também podem ser produzidos, mas dependem da coexistência dos tipos de compatibilidade A1 e A2, sendo por isso mais raros em campo, onde geralmente predomina apenas um dos tipos (Hunter; Kunimoto, 1974; Torres et al., 2016; Amorim et al., 2018).

A eficiência desses mecanismos biológicos confere a *P. palmivora* elevada capacidade de colonização e adaptação a diferentes hospedeiros e ambientes. Além da sobrevivência em restos culturais e no solo, o patógeno pode permanecer associado a tecidos infectados e materiais propagativos, favorecendo sua disseminação entre áreas de cultivo. Essas características explicam, em parte, sua ampla distribuição geográfica e sua importância epidemiológica em sistemas agrícolas tropicais, especialmente naqueles em que condições de elevada umidade favorecem a produção e o movimento de zoósporos (Amorim et al., 2018; Jami et al., 2026).

A ampla gama de hospedeiros constitui uma das principais características epidemiológicas de *P. palmivora*. Diferentemente de fitopatógenos altamente especializados, essa espécie é capaz de infectar centenas de plantas pertencentes a diferentes famílias botânicas, incluindo espécies florestais, frutíferas e culturas perenes de elevado interesse econômico (Dos Santos et al., 2014). Essa plasticidade amplia as possibilidades de sobrevivência do patógeno entre ciclos produtivos e favorece sua manutenção em sistemas agrícolas diversificados (Torres et al., 2016).

No contexto dos sistemas agroflorestais tropicais, essa característica torna-se particularmente relevante. Espécies frequentemente utilizadas na composição desses sistemas, como seringueira (*Hevea brasiliensis*), cacaueiro (*Theobroma cacao*) e mamoeiro (*Carica papaya*), podem atuar como hospedeiros suscetíveis em diferentes fases do ciclo epidemiológico. A proximidade espacial entre essas culturas aumenta as oportunidades de manutenção do inóculo e de infecções sucessivas, especialmente quando associada a condições ambientais favoráveis (Marques et al., 2012; Jami et al., 2026).

Além dessas espécies, diversos outros hospedeiros de importância agrícola são relatados na literatura, incluindo coqueiro, pimenteira-do-reino, citros, abacateiro e abacaxizeiro, evidenciando que a presença de diferentes culturas suscetíveis na paisagem pode contribuir para a continuidade epidemiológica do patógeno. Embora a diversidade vegetal seja frequentemente associada ao aumento da estabilidade ecológica dos sistemas agroflorestais, sua influência sobre doenças depende da composição das espécies e das interações entre hospedeiros, patógeno e ambiente, não podendo ser interpretada de forma generalizada (Laine, 2023).

A ocorrência e a severidade das doenças causadas por *P. palmivora* dependem fortemente das condições ambientais. Entre os fatores mais importantes destacam-se a elevada umidade relativa do ar, a disponibilidade de água livre, a temperatura e o período de molhamento foliar, que influenciam diretamente a formação de esporângios, a liberação de zoósporos e o estabelecimento das infecções (Amorim et al., 2018; Angelotti et al., 2024).

Nos sistemas agroflorestais, o arranjo espacial das espécies modifica o microclima em comparação aos cultivos homogêneos. A presença de diferentes estratos vegetais altera a incidência de radiação solar, reduz a velocidade do vento e aumenta o tempo de permanência da umidade no interior do dossel. Essas alterações podem prolongar o período de molhamento foliar e favorecer processos importantes do ciclo epidemiológico de *P. palmivora*, especialmente em regiões tropicais caracterizadas por elevada pluviosidade (Guimarães, 2023; Hossain et al., 2024).

Entretanto, o efeito dos sistemas agroflorestais sobre a dinâmica de doenças não deve ser interpretado como exclusivamente favorável ao patógeno. A literatura demonstra que a diversidade vegetal também pode reduzir a conectividade entre hospedeiros, modificar rotas de dispersão e favorecer organismos antagonistas, tornando a resposta epidemiológica dependente do desenho do sistema, das espécies utilizadas e das práticas de manejo adotadas (Laine, 2023). Essa observação reforça que o impacto do microclima sobre a epidemiologia de *P. palmivora* resulta da interação entre fatores bióticos e abióticos, e não apenas da presença de sombreamento ou elevada umidade.

Discussão

Os estudos analisados demonstram que a epidemiologia de *Phytophthora palmivora* em sistemas agroflorestais não pode ser compreendida apenas pelas características biológicas do patógeno ou pela suscetibilidade de seus hospedeiros, mas resulta da interação dinâmica entre hospedeiro, patógeno, ambiente e manejo, conforme proposto pelos modelos clássicos da epidemiologia vegetal (Amorim et al., 2018). Evidências recentes indicam que essa interação deve ser interpretada de forma sistêmica, considerando a estrutura da paisagem, a biodiversidade e as modificações ambientais promovidas pelos sistemas de cultivo (Laine, 2023). Assim, a presença de múltiplos hospedeiros suscetíveis representa apenas um dos fatores envolvidos na manutenção do patógeno, não sendo suficiente, isoladamente, para determinar o desenvolvimento de epidemias.

Embora a diversidade vegetal seja frequentemente associada à sustentabilidade dos sistemas agrícolas, sua influência sobre doenças depende da composição das espécies e do arranjo espacial adotado. Em sistemas que reúnem culturas suscetíveis, como seringueira, cacaueiro e mamoeiro, a continuidade de hospedeiros pode favorecer a sobrevivência de *P. palmivora* entre ciclos produtivos; por outro lado, essa mesma diversidade pode reduzir a conectividade entre plantas suscetíveis, favorecer organismos antagonistas e dificultar a disseminação do patógeno quando associada a um planejamento adequado (Laine, 2023; Hossain et al., 2024). Esses resultados evidenciam que os efeitos da diversificação agrícola sobre a epidemiologia não são universais, mas condicionados às interações ecológicas de cada agroecossistema.

Outro aspecto recorrente na literatura é o papel do microclima: alterações na umidade relativa do ar, no período de molhamento foliar, na temperatura e na circulação de ar modificam diretamente a produção de esporângios, a liberação de zoósporos e a eficiência da infecção por *P. palmivora* (Angelotti et al., 2024). Assim, características associadas aos sistemas agroflorestais, como sombreamento e estratificação da vegetação, podem favorecer ou limitar a doença, dependendo da intensidade dessas modificações e das práticas de manejo adotadas — reforçando que o ambiente atua como elemento modulador das interações entre patógeno e hospedeiros, influenciando continuamente o risco epidemiológico.

Em conjunto, as evidências analisadas sustentam que o potencial de *P. palmivora* como patógeno multihospedeiro em sistemas agroflorestais tropicais deve ser interpretado sob uma perspectiva integrada. O manejo fitossanitário deixa de estar centrado exclusivamente no controle direto do patógeno e passa a incorporar o planejamento do sistema produtivo, a seleção das espécies, o manejo do dossel, a eliminação de fontes de inóculo e o monitoramento contínuo das condições ambientais. Sob essa perspectiva, sistemas agroflorestais bem planejados não representam necessariamente ambientes de maior risco; ao contrário, podem contribuir para o equilíbrio epidemiológico quando os princípios da fitopatologia e do manejo integrado são incorporados desde a implantação do sistema (Amorim et al., 2018).

Conclusão

A literatura analisada demonstra que o potencial de *Phytophthora palmivora* como patógeno multihospedeiro em sistemas agroflorestais tropicais resulta da interação entre suas características biológicas, a disponibilidade de hospedeiros suscetíveis, as condições microclimáticas e o manejo, devendo sua epidemiologia ser compreendida de forma integrada. Embora a diversidade vegetal possa favorecer a manutenção do inóculo, seus efeitos dependem da composição, organização espacial e manejo do sistema. Assim, o planejamento baseado em princípios epidemiológicos pode contribuir para reduzir o risco de epidemias, sendo necessários estudos de campo que avaliem diferentes configurações agroflorestais.

Referências

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (org.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1.

ANGELOTTI, Francislene et al. A comprehensive review of climate change and plant diseases in Brazil. **Plants**, v. 13, n. 17, p. 2447, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/plants13172447

BASSANI, Ilaria et al. Zoósporos de *Phytophthora*: da percepção de sinais ambientais à formação do inóculo na superfície da raiz hospedeira. **Computational and Structural Biotechnology Journal**, v. 18, p. 3766-3773, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.csbj.2020.10.045

DOS SANTOS, A. F. et al. *Phytophthora* spp.: distribuição e associação com espécies florestais. In: **Congresso Brasileiro de fitopatologia**. 2014.

GUIMARÃES, R. (org.). **Introdução aos sistemas agroflorestais**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2023.

HOSSAIN, Md Motaher et al. Plant disease dynamics in a changing climate: impacts, molecular mechanisms, and climate-informed strategies for sustainable management. **Discover Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 132, 2024.

JAIMES-SUÁREZ, Yeirme Y. et al. Cacao agroforestry systems beyond the stigmas: biotic and abiotic stress incidence impact. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 921469, 2022.

HUNTER, J.; KUNIMOTO, R. Dispersal of Phytophthora palmivora. **Phytopathology**, v. 64, p. 202-206, 1974.

JAIMES-SUÁREZ, Yeirme Y. et al. Cacao agroforestry systems beyond the stigmas: Biotic and abiotic stress incidence impact. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 921469, 2022.

JAMI, F. et al. Phytophthora palmivora: A serious threat to papaya production in South Africa. **European Journal of Plant Pathology**, p. 1-10, 2026.

LAINE, Anna-Liisa. Plant disease risk is modified by multiple global change drivers. **Current Biology**, v. 33, n. 11, p. R574-R583, 2023.

MARQUES, J. R. B. et al. **Sistema agroflorestal com seringueira, cacaueiro e cultivos alimentares**. Ilhéus: CEPLAC, 2012.

TORRES, G. A. et al. Bud rot caused by Phytophthora palmivora: a destructive emerging disease of oil palm. **Phytopathology**, v. 106, n. 4, p. 320-329, 2016.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas Agrícolas e Florestais (LEMP) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), da Universidade Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, pela infraestrutura para realização deste estudo, e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.