

IMPORTÂNCIA DAS DOENÇAS DE ETIOLOGIA FÚNGICA EM ESPÉCIES FLORESTAIS NA AMAZÔNIA: UM BREVE HISTÓRICO

Ruth Linda Benchimol¹, Bernardo do Vale Araújo Melo², Camila Ribeiro Costa²

1. Introdução

A região norte do Brasil é composta pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins que juntos possuem aproximadamente 3,870 milhões de quilômetros quadrados de área, o equivalente a 45,27% do território brasileiro (IBGE, 2019). Dentro da classificação climática de Köppen-Geiger, a região norte se enquadra no grupo tropical, com clima equatorial (Af), de monção (Am) ou de savana (Aw/As), que possuem como característica temperatura média igual ou superior a 18°C durante todo o ano e alta precipitação (ÁLVARES et al., 2013). O clima quente e úmido na maior parte do ano é fundamental para a formação do bioma Amazônia que está presente em 93,2% do território da região norte englobando toda a área dos estados Amazonas, Roraima, Acre, Amapá e quase todo estado do Pará e Rondônia, enquanto as demais áreas da região são compostas pelo bioma Cerrado, em sua maioria, no estado do Tocantins (IBGE, 2019).

O sistema de floresta da Amazônia preserva a biodiversidade natural do bioma, com grande número de espécies de plantas e fitopatógenos distribuídos de maneira aleatória pela floresta, compondo um sistema heterogêneo onde a ausência de seleção antrópica propicia uma maior diversidade genética de plantas e microrganismos e mantém o equilíbrio natural dentro da floresta (GILBERT, 2002). A distribuição aleatória das espécies vegetais pela floresta diminui a eficiência da dispersão de fitopatógenos e a variabilidade genética da população de plantas desfavorece a seleção de um genótipo patogênico mais agressivo e de maior fitness que poderia se tornar dominante em uma população clonal, e dessa forma, a heterogeneidade da floresta desfavorece um aumento “explosivo” da população de fitopatógenos e reduz a ocorrência de epidemias (GILBERT, 2002; e McDONALD e LINDE, 2002).

A modificação do ambiente agrícola para formar uma área mais homogênea visa aumentar a produção e reduzir os custos e o tempo despendido com tratamentos culturais durante o cultivo. O sistema de monocultivo predomina nas grandes áreas produtoras do país e tem como característica o cultivo da área agrícola com apenas uma espécie vegetal e indivíduos clonais ou muito próximos geneticamente. Essa uniformidade, no entanto, concentra a espécie hospedeira em uma área e favorece o contato do patógeno com as plantas que se encontram amplamente distribuídas pelo campo de cultivo e facilita a dispersão do patógeno, uma etapa do ciclo de vida de fitoparasitas que, normalmente, é pouco eficiente em condições naturais. A homogeneidade genética das plantas utilizadas no cultivo também seleciona genótipos do patógeno bem adaptados que tendem a ser mais agressivos para o ambiente de cultivo em que se instalam. Essas condições ambientais encontradas nas monoculturas favorecem a ocorrência de epidemias, que como consequência demandam maior uso de pesticidas, utilizados com intuito de se reduzir o progresso das doenças (McDONALD e LINDE, 2002).

Atualmente, um dos sistemas de cultivo mais recomendados para produção agrícola na região norte do Brasil, principalmente para agricultores familiares, é o sistema agroflorestal (SAF), um consórcio de diferentes espécies de interesse econômico, em uma mesma área, para se

¹ Embrapa Amazônia Oriental. Belém – PA

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia. Viçosa - MG

aproximar ecologicamente do sistema de sucessão encontrado em florestas nativas (BRIENZA JÚNIOR et al., 2009; SOUSA et al., 2012). O SAF pode conter espécies perenes, semi-perenes e de ciclo curto, para explorar diferentes extratos da parte aérea e do solo, favorecendo a ciclagem de nutrientes e diversificando a produção de alimentos ao longo do tempo. Por serem sistemas mais heterogêneos do que a monocultura, os SAFs desfavorecem a disseminação dos patógenos e reduzem a chance de epidemias quando comparado às monoculturas (SOUSA et al., 2012).

A implantação de sistemas de monocultura na região norte do Brasil, unida ao clima quente e úmido, favoreceu a ocorrência de grandes epidemias fúngicas que marcaram a história da região com grande impacto social e econômico e estimularam pesquisadores brasileiros a buscarem diferentes soluções de manejo para possibilitar a produção agrícola sustentável em convívio com microrganismos e com a natureza.

2. Mal-das-folhas da seringueira

Na década de 1920, a empresa americana Ford Motor Company realizou a primeira tentativa de estabelecer plantações de seringueiras (*Hevea brasiliensis*, Willd. ex A. Juss.) em monocultura na região norte do Brasil, com aproximadamente 4000 hectares cultivados na cidade de Fordlândia, no estado do Pará. No entanto, uma epidemia da doença conhecida como mal-das-folhas da Seringueira se disseminou pelo plantio da companhia e inviabilizou a produção de borracha, levando a companhia a abandonar os seringais em 1934. A mesma companhia fez uma segunda tentativa para estabelecer seringais no estado do Pará, na cidade de Belterra, a poucos quilômetros de Fordlândia, desta vez, empregando novas técnicas e diferentes genótipos de seringueiras. A enxertia de copa, que até então estava sendo estudada em seringais do sudeste asiático para controle de oídio, mas ainda não havia sido implantada em campos comerciais, foi utilizada para formar plantas com copas resistentes ao mal-das-folhas. Pesquisadores da empresa também coletaram sementes de plantas resistentes em meio à floresta para utilizar na composição do seringal de Belterra e no melhoramento da cultura, visando produção de híbridos produtivos e resistentes à doença. As novas técnicas retardaram a epidemia do mal-das-folhas no seringal, mas não foram suficientes para controlar a doença. As cultivares resistentes apresentavam baixa produção de látex, o pegamento da enxertia era baixo e o custo de implantação para substituir a copa de uma árvore era alto, e os híbridos, apesar de apresentarem bons resultados de produtividade e resistência, não foram bons o suficiente para sustentar a produção, que também passou a ter problemas com alta infestação de insetos praga. O mal-das-folhas voltou a infestar os pomares e inviabilizar o empreendimento dos americanos que, mais uma vez, tiveram de abandonar os seringais em 1945 (GRANDIN, 2009).

A seringueira é uma espécie de porte arbóreo, caducifólia e laticífera, endêmica da região amazônica, da qual se extrai a borracha natural. Apesar de diferentes espécies do gênero *Hevea*, como *H. benthamiana*, *H. pauciflora*, *H. camporum* e *H. camargoana* produzirem borracha natural de qualidade, a espécie *H. brasiliensis* é a mais produtiva e mais explorada no mundo para produção deste polímero (ALVARENGA e CARMO, 2014). A principal doença que acomete a cultura é o mal-das-folhas, causado pelo fungo *Pseudocercospora ulei* (Henn.) Hora Júnior & Mizubuti, anteriormente denominado *Microcyclus ulei* (P. Henn. (V. Arx.), que também infecta diferentes espécies do gênero *Hevea*, afetando hastes, frutos e folhas, principalmente de tecidos novos, provocando rápida desfolha e até mesmo a morte da planta em casos de infecções recorrentes (HOLLIDAY, 1970 e LIEBEREI, 2007). Apesar de apresentar grande variabilidade genética e diferentes níveis de resistência à doença, *H. brasiliensis* é muito susceptível à infecção por ser uma espécie caducifólia, que durante a rebrota emite muitas folhas novas e favorece a infecção do *P. ulei*, enquanto que outras espécies como *H. pauciflora*, apesar de serem hospedeiras do fungo, apresentam alta resistência à doença por não serem caducifólias (PINHEIRO e LIBONATI, 1971; GONÇALVES et al, 1983; LIEBEREI, 2007). O fungo, endêmico na região amazônica, possui

grande variabilidade genética e diversas raças e grupos fisiológicos e pode ser encontrado na região durante todo o ano, na fase sexuada ou assexuada (LIEBEREI, 2007 e DA HORA JÚNIOR et al, 2014).

Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (EMBRAPA-CNPSD, 1989 e MORAES et al., 2013) têm trabalhado com diferentes alternativas para o manejo do mal-das-folhas, a fim de possibilitar a produção sustentável de borracha natural na região amazônica. A medida mais eficiente desenvolvida até o momento tem sido a enxertia tricomposta para implantação do seringal, utilizando clones de copa com alta compatibilidade com o porta enxerto, resistência ao patógeno e pouco efeito sobre a produtividade. A técnica utiliza uma variedade como cavalo, produzida a partir de sementes, sobre a qual é feita a enxertia de uma variedade produtiva, que servirá de painel para extração do látex e, sobre a variedade do painel, é feita uma segunda enxertia com uma variedade de copa mais resistente ao mal-das-folhas. Normalmente, o cavalo e o painel são formados de *H. brasiliensis*, que atende à função de porta- enxerto e também tem grande produtividade, sendo adequada como painel. A copa normalmente é constituída por *H. pauciflora*, por ser esta uma espécie não caducifólia e resistente ao mal-das-folhas, ou com *H. camporum* e *H. camargoana*, por possuírem porte inferior às outras espécies do gênero, o que facilita o manejo de pragas com uso de pesticidas (EMBRAPA-CNPSD, 1989 e MORAES et al., 2013).

O controle biológico é uma alternativa dentro do manejo integrado do mal-das-folhas. Atualmente, o principal agente de biocontrole trabalhado pelos pesquisadores da Embrapa para controle da doença é o fungo *Dicyma pulvinata* (Berk & M.A. Curtis) Arx [syn. *Hansfordiapulvinata* (Berk & Curtis)], que foi identificado colonizando estromas de *P. ulei* e que, a partir de estudos conduzidos por Melo et al. (2007), mostrou-se como uma nova opção no controle do patógeno em condições de alta incidência do fungo, aliado a outras técnicas de manejo.

A combinação da técnica de enxertia tricomposta com melhoramento genético, podendo ainda ser associados ao controle biológico, possibilitou o retorno do cultivo comercial da seringueira para produção de borracha na região norte do Brasil depois de mais de 40 anos de pesquisas e quase um século após o primeiro plantio comercial na região. A avaliação de novos clones a serem utilizados na enxertia da copa (oriundos do cruzamento de espécies do gênero *Hevea*), de clones para enxertia do painel mais produtivos e de diferentes condições de espaçamento e porte de plantas trazem ainda a expectativa de aumento da produtividade de borracha natural na região para os próximos anos (EMBRAPA-CNPSD, 1989 e MORAES et al., 2013).

3. Vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng) Schum.) é uma espécie perene, nativa da Amazônia e é um símbolo da região norte do Brasil. O seu fruto, o cupuaçu, pode ser utilizado na agroindústria para produção de doces, néctares e cosméticos. A região norte concentra a maior parte da produção da fruta, principalmente nos estados do Pará e do Amazonas (CALZAVARA et al, 1984 e ALVES, 2014).

A principal doença que acomete a cultura é a vassoura-de-bruxa, causada por *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime, anteriormente conhecido como *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer, fungo que infecta tecidos meristemáticos da planta como flores, frutos e brotações, onde pode causar a morte dos tecidos e a perda da dominância apical, levando à proliferação de gemas laterais em ramos infectados e dando a estes um formato de vassoura, sintoma característico que dá o nome à doença (NUNES et al., 1996; STEIN et al., 1997; ALVES et al., 1997). O patógeno, endêmico da floresta amazônica, normalmente está presente nas áreas de cultivo durante todo o ano, através de infecções latentes em tecidos verdes ou a partir da formação de basidiocarpos

em extremidades de ramos secos, sendo visível, principalmente, entre os meses de maio e agosto (BENCHIMOL et al, 2001 e DE SOUSA et al., 2012).

Atualmente, o manejo da vassoura-de-bruxa no cupuaçuzeiro é realizado, principalmente, com a integração de medidas de controle cultural e genético, que podem reduzir a severidade da doença a níveis que não comprometam a viabilidade econômica do empreendimento. O controle biológico também tem sido estudado, mas ainda não se tem resultados satisfatórios e viabilidade econômica que justifique o seu uso. Esse método alternativo tem sido muito estudado para o controle de *M. perniciosa* na cultura do cacaueteiro, utilizando-se os fungos do gênero *Clonostachys* e *Trichoderma*, com inoculação dos agentes de biocontrole na época de floração, para evitar a infecção dos frutos (MEJITA et al, 2008; SIMÕES et al, 2012 e GALARZA, 2015). Um produto à base de *T. stromaticum* já foi registrado para controle do fungo no cacaueteiro, porém, ainda sem registros para seu uso, ou de nenhum outro produto biológico ou químico para controle da vassoura-de-bruxa na cultura do cupuaçuzeiro (Agrofit). Apesar do controle biológico ainda ser pouco efetivo para controle da vassoura-de-bruxa no cupuaçuzeiro, espera-se, com novos estudos, que produtos promissores desenvolvidos para controle da doença no cacaueteiro possam ser efetivos para controle da doença no cupuaçuzeiro, visto que um mesmo biótipo (biótipo-C) de *M. perniciosa* está associado à infecção das plantas do gênero *Theobroma* que engloba ambas espécies (EVANS, 1977, 1981).

O controle cultural é muito utilizado a partir de podas fitossanitárias para retirar tecidos doentes visando reduzir o inóculo do patógeno na área de cultivo (ALVES, 2014). Essa medida segue um calendário, com uma poda principal durante período de seca, quando ocorrem brotações e se detecta formação das vassouras nos ramos infectados, e uma “poda de repasse”, de dois a três meses após a poda principal, para se retirar ramos infectados que eventualmente não foram eliminados na poda principal. Os ramos infectados são podados a aproximadamente vinte centímetros abaixo da vassoura, e aplica-se uma pasta fungicida para proteção da região exposta (ALVES, 2014). Os ramos podados precisam ser retirados da área para serem queimados ou enterrados antes que o tecido vegetal seque, de modo a evitar a formação de basidiocarpos, e assim, diminuir a incidência da doença (ALVES, 2014).

A partir de várias coletas de sementes, realizadas ao longo de anos pela floresta amazônica, pode-se construir uma coleção de acessos que possibilita o trabalho dos melhoristas na cultura do cupuaçu (ALVES et al, 1998). Os experimentos de melhoramento genético são realizados em rede, integrando diferentes competências das unidades da Embrapa da região norte e parceiros. Desde 2002, diferentes clones foram selecionados e lançados com maior produtividade e resistência à vassoura-de-bruxa, como os clones Manacapuru, Codajás, Coari e a cultivar BRS Carimbó (ALVES et al, 1998; ALVES e CRUZ, 2003; ALVES e FERREIRA, 2012 e DE SOUSA et al., 2012).

A substituição da copa, a partir da enxertia de clones resistentes, é uma técnica recomendada tanto em plantios antigos quanto em pomares recentemente implantados (ALVES, 2014). A poda de ramos basais induz novas brotações, que podem ser utilizadas para enxertia com clones resistentes à vassoura-de-bruxa e de alta produtividade, para compor a copa da árvore. O ideal é que sejam utilizados diferentes clones para compor as copas das diferentes árvores do pomar, de modo a evitar uma homogeneidade genética que favorece a suplantação da resistência e acarrete em autopolinização, fator que reduz drasticamente a produção de frutos. Alves (2014) recomenda que se utilize blocos policlonais com os clones Coari, Codajás, Manacapuru e Belém, na proporção 25%, 37,5%, 25% e 12,5%, respectivamente, para induzir a polinização cruzada e a variabilidade genética dentro do pomar. A substituição das copas por clones resistentes e mais produtivos é vantajosa, por reduzir o investimento em podas fitossanitárias e reduzir o porte das plantas, facilitando os tratamentos culturais e recuperando pomar produtivo de dois a três anos após a enxertia das plantas em campo (ALVES, 2014).

A partir da adoção das técnicas de manejo de forma integrada, acredita-se que haverá o aumento na produção de cupuaçu na região norte, com maior segurança, regularidade na produção e viabilidade econômica, favorecendo o estabelecimento de agroindústrias e o desenvolvimento socioeconômico da região (ALVES, 2014).

4. Cancro do paricá

O paricá (*Shizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) é uma árvore de grande potencial madeireiro na região amazônica por apresentar rápido crescimento, fuste reto, desrama natural e características silviculturais favoráveis para instalação de plantios comerciais. A espécie vem sendo utilizada como alternativa de reflorestamento para recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais e extração de recursos madeireiros para fins comerciais no norte do país, principalmente no estado do Pará (TREMACOLDI et al., 2009). Apesar do aumento das áreas cultivadas e de existir práticas e tecnologias silviculturais que podem ser aplicadas ao sistema de produção do paricá, o controle fitossanitário na cultura para monitoramento de pragas e doenças ainda não está bem estabelecido, o que pode acarretar em grandes prejuízos aos produtores da região (MARQUES et al., 2006; TREMACOLDI et al., 2009).

Dentre as doenças causadas por fitopatógenos em paricá tem-se o cancro, cujo agente etiológico é o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.)Griff & Maubl. Segundo Tremacoldi et al. (2009), a doença é observada em plantas a partir de um ano de idade, que apresentam entumescimento da casca juntamente com fendilamentos longitudinais e escurecimento dos tecidos internos do caule associados à lesão. Esses sintomas variam de acordo com o desenvolvimento da planta e podem evoluir para um cancro típico que se caracteriza por uma área de lenho exposta, envolta por calos formados pela casca, ocorrendo normalmente no terço inferior do fuste (TREMACOLDI et al., 2009). De acordo com os mesmos autores, a disseminação da doença é favorecida durante o período chuvoso e em plantios com idade de até dois anos, podendo o patógeno interromper o desenvolvimento da planta em diâmetro e altura.

Lasiodiplodia theobromae é responsável por doenças em muitas plantas cultivadas, infectando espécies em regiões tropicais e subtropicais, causando variados sintomas e perdas significativas de produção. Nos últimos anos, tem-se aumentado os relatos de incidência do fungo em árvores frutíferas, principalmente na região norte e nordeste do país, representando uma ameaça à fruticultura (CARDOSO et al., 2009; LIMA, et al., 2013; COUTINHO et al., 2017). O fungo também causa doença em outras espécies florestais de valor agregado como eucalipto, teca, pinus e acácia (MOHALI et al., 2007; DOILOM et al., 2015; LI et al., 2015). *L. theobromae* é comum em regiões tropicais e subtropicais, que apresentam condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da doença. Este patógeno sobrevive na superfície de tecidos vivos ou mortos e sua disseminação ocorre através de ventos, chuvas, insetos e instrumentos de poda, penetrando o tecido do hospedeiro por meio de aberturas naturais ou ferimentos, principalmente se a planta foi submetida a algum estresse anteriormente à infecção (TAVARES, 2002). Este patógeno apresenta uma ampla gama de hospedeiros (PUNITHALINGAM, 1980; FREIRE et al., 2004) e é comumente associado a cancos e podridões de caule, mas pode também causar diferentes sintomas em plantas infectadas como morte descendente, cancro em raízes, lesões em frutos e sementes, entre outros sintomas (FREIRE et al., 2004).

As medidas adotadas para o controle da doença são necessariamente preventivas, empregando-se principalmente o controle cultural, por meio da retirada de plantas doentes da área, desinfestação de ferramentas de poda, eliminação de restos culturais, controle de insetos que possam causar ferimentos às plantas e evitar submeter as plantas a estresse hídrico ou nutricional (TAVARES et al. 1995). A seleção de fontes de resistência à doença em plantios jovens é uma

medida importante para a prevenção da doença, entretanto a ausência de programas de melhoramento genético do paricá impede o avanço de pesquisas com o patossistema (TREMACOLDI et al., 2009). Apesar de não haver nenhuma recomendação de controle químico ou produto registrado para a cultura até o presente, existem estudos iniciais com controle alternativo como o uso de Fosfito de cobre e extrato foliar de *Gossypium arboreum* L. (algodão) (TREMACOLDI et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2017). Ainda que algumas dessas alternativas tenham apresentado eficácia na inibição micelial de *L. theobromae* in vitro, não há comprovação de sua eficácia em plantios comerciais.

5. Cancro do mogno africano

O mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. Dc.) é uma árvore de origem africana que possui madeira nobre de grande potencial econômico para comercialização interna e externa, sendo empregada em diferentes sistemas de cultivo e seu principal uso é na indústria moveleira, naval, construção civil, painéis e laminados, dentre outros (PINHEIRO et al., 2011). Os primeiros plantios da espécie ocorreram na região Norte na década de 70 e a alta demanda por madeira tropical levou a instalação de plantios comerciais em todo país (RIBEIRO et al., 2017). Por possuir características de rápido crescimento, ótima qualidade da madeira e ser resistente a algumas pragas, como *Hypsipyla grandella* Zeller (broca-do-ponteiro) que comumente atacam o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King), *K. grandifoliola* é uma alternativa para reflorestamento no norte do país e é considerada de grande importância para a região amazônica (VERZIGNASSI et al., 2009). Entretanto, seu potencial produtivo pode ser comprometido devido ao ataque de fitopatógenos, como a ocorrência de fungos que causam desfolha de partes jovens, lesões e cancros no tronco, impedindo a planta de se desenvolver e causando grandes prejuízos econômicos (POLTRONIERI et al., 2000; TREMACOLDI et al., 2013, SOUZA et al., 2018).

Dentre as doenças que afetam a cultura no estado do Pará, temos o cancro do mogno africano, conhecido também como cancro do córtex, cujo agente etiológico é o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff & Maubl.. As primeiras observações da doença ocorreram em plantio experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no município de Dom Eliseu-PA, em 2006, entretanto, a doença tem se tornado cada vez mais comum em plantios de todo país (PINHEIRO et al., 2011; TREMACOLDI et al., 2013). A penetração do patógeno no hospedeiro ocorre por meio de aberturas naturais causadas por desramificações ou ferimentos causados por ventos, insetos e podas. Os sintomas iniciais são de fendilhamento e intumescimento da casca no tronco, com liberação de resina e apodrecimento dos tecidos internos da área lesionada, evoluindo para a formação de um cancro típico que resulta em dano estético e depreciação do valor da madeira comercializada, acarretando em prejuízos econômicos para os produtores. Os sintomas não acometem apenas os troncos, a parte aérea, pode apresentar amarelecimento das folhas e murcha (TREMACOLDI et al., 2009, 2013).

A raspagem do tecido lesionado, para remoção do agente causal e do tecido doente, é um método eficaz no controle do cancro do mogno africano que estimula a cicatrização da planta de modo a recuperar o dano e servir como tratamento cultural. Entretanto, esta prática é limitada à altura das lesões nas árvores, o que pode inviabilizar o método, devido a segurança e ergonomia. É importante salientar que o monitoramento da doença para reconhecimento de plantas no estágio inicial da infecção e o rápido tratamento cirúrgico são fundamentais para conter o avanço e agravamento da doença na área (WEBBER et al., 2021). Embora não existam fungicidas registrados para o controle de doenças em mogno africano, estudos recentes mostraram que o tratamento químico sem raspagem, com fungicida à base de Tebuconazol + Trifloxistrobina a 10%, por meio da aplicação direta sobre a área afetada, é eficiente no controle da doença, devido a sua capacidade de translocação na planta através do sistema vascular, inibindo processos metabólicos

vitais e específicos do patógeno, ressaltando-se a necessidade de receituário por técnico da área concernente ao problema (KIMATI, 2011; WEBBER et al., 2021).

A presença do cancro influencia as características anatômicas da madeira do mogno, com destaque para o aumento da densidade básica e da espessura da parede celular. Contudo, segundo estudos feitos por Webber et al. (2021), o desenvolvimento das árvores não é afetado com a doença e as plantas continuam crescendo mesmo com a incidência de cancos.

6. Morte progressiva do cupuaçuzeiro

A cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum) na região amazônica teve aumento expressivo da área plantada nos últimos anos e, devido às condições climáticas altamente favoráveis ao desenvolvimento de doenças, a fruteira é atacada por diversos fitopatógenos de origem fúngica (BENCHIMOL, 2009).

A morte progressiva do cupuaçuzeiro, também conhecida como seca descendente ou resinose, tem como agente causal o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Malub. e até pouco tempo era considerada uma doença de menor importância econômica frente às outras doenças fúngicas já registradas para a cultura. No entanto, a doença passou a ameaçar outros agroecossistemas com danos econômicos importantes (FREIRE et al., 2004; CYSNE et al., 2010; FREIRE et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013). A importância da morte progressiva está associada à sua incidência no plantio que, dependendo da severidade, pode levar a planta à morte (SOUZA et al., 2014).

Esta doença é normalmente observada em plantas estressadas ou em plantios com manejo inadequado, principalmente em função de deficiências nutricionais (LIMA e SOUZA, 1998). Em cupuaçuzeiro, a principal via de entrada do patógeno são ferimentos no caule, sendo importante o cuidado com as práticas silviculturais no manejo da planta, para evitar estes ferimentos (SOUZA et al., 2007).

L. theobromae pode afetar plantas de cupuaçuzeiro em qualquer idade, desde a fase de mudas até a fase adulta (LIMA e SOUZA, 1998) e os sintomas variam conforme o estágio de desenvolvimento da planta. O fungo coloniza os tecidos internos da planta e, com o avanço da doença, ocorre deformação dos tecidos e, posteriormente, a exposição do lenho (SOUZA et al., 2014). Em plantas jovens ocorre o anelamento da casca e secamento total da planta em poucas semanas e em plantas adultas observa-se o secamento de alguns galhos, que pode progredir à morte da planta. Manchas no caule, amarelecimento e murcha de folhas também são observados (LIMA e SOUZA, 1998). O fungo também pode infectar os frutos, causando o apodrecimento da polpa.

Tavares (2002) afirma que o controle químico isolado não é suficiente para conferir proteção da doença às plantas, sendo necessário que o mesmo seja integrado a outras medidas como o manejo cultural, controle biológico e genético. As medidas de controle da doença são necessariamente preventivas, como já vem sendo adotado no manejo de doenças causadas por *L. theobromae* em outras culturas. Logo, recomenda-se usar mudas sadias na implantação do pomar e evitar ferimentos no caule da planta durante os tratamentos culturais, além de realizar adubações adequadas, a fim de evitar o estresse hídrico e nutricional, e desinfestar ferramentas de poda (BENCHIMOL, 2009; OLIVEIRA et al., 2013; SOUZA et al., 2014). Em plantas doentes, os ramos infectados devem ser eliminados cortando-se de 15 a 20 cm abaixo da área lesionada. Benchimol (2000) recomenda que em lesões pequenas os tecidos necrosados devem ser removidos e em lesões maiores deve ser feita a raspagem em um raio de 10 cm e aplicada uma pasta à base de fungicida cúprico, para ajudar no processo de cicatrização, uma vez que não há registro de agroquímicos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do cupuaçuzeiro.

Recomenda-se, também, o controle de insetos que causam ferimentos nos frutos, a fim de evitar a entrada do fungo na planta.

A resistência genética seria a alternativa mais simples, barata e de menor impacto ambiental para o controle da doença. Porém, é necessário o avanço nas pesquisas para a busca de fontes de resistência. Em pesquisas recentes, Alves et al. (2018) apontam alguns parentais com indícios de resistência genética à *L. theobromae*, o que é importante para auxiliar na seleção de clones para compor o programa de melhoramento genético do cupuaçuzeiro.

7. Fusariose e murcha amarela na pimenteira do reino

Após a introdução da pimenteira-do-reino no Estado do Pará, no início da década de 1930, o primeiro grande problema fitossanitário enfrentado pela cultura se iniciou no final da década de 1950, quando foram detectados os primeiros casos de podridão das raízes e secamento dos ramos, ou fusariose, na época também chamada de mal de mariquita. Provocada pelo fungo *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, a doença devastou milhares de pimenteiras e gerou enormes prejuízos econômicos ao agronegócio da pimenta-do-reino no estado do Pará, com grandes perdas de produção. A sua consequência mais drástica foi a redução do ciclo produtivo da cultura, que antes da fusariose era de 15 a 20 anos e passou a ser de apenas cinco a seis anos após a doença, além dos problemas sociais advindos da falência dos produtores, que culminaram com o abandono dos pimentais e com a migração destes para outros estados da região norte e para outras regiões, principalmente para o Espírito Santo e Bahia (DUARTE et al., 2004a, 2004b, TREMACOLDI, 2010).

A infecção por *F. solani* pode iniciar pelas raízes ou ramos (DUARTE et al., 2004a). Quando iniciada pelas raízes, observa-se o amarelecimento e murcha das folhas e, à medida que a doença evolui ocorre o secamento total da planta. O sistema radicular torna-se reduzido e necrótico. Em um estágio mais grave, a podridão pode avançar até 30 cm acima do nível do solo, a partir da base da planta, sendo visível o escurecimento dos tecidos internos colonizados pelo fungo. O apodrecimento pode atingir parte ou todo sistema radicular e quando este acontece, ocorre a morte súbita da planta, que fica com as folhas presas aos ramos (DUARTE et al., 2004a; TREMACOLDI, 2010). Quando a infecção se inicia pela parte aérea, ocorre a presença de ramos amarelados entre a folhagem verde de plantas vigorosas e, examinando seu ponto de inserção, observa-se uma lesão escura na região do nó que pode evoluir para o secamento de vários ramos, posteriormente uma exsudação negro-brilhante é observada na base da planta na fase final da doença (DUARTE et al., 2004a).

Segundo Tremacoldi (2010), a ineficiência do controle químico e inexistência de cultivares resistentes ao patógeno, levam à adoção de algumas medidas durante a instalação do plantio e condução dos pimentais, visando diminuir a incidência da doença e sua disseminação. Dentre estas medidas está a utilização de estacas ou mudas comprovadamente sadias, evitar o encharcamento do solo em áreas planas, evitar ferimento das raízes durante as capinas e outros tratamentos culturais e uso de cobertura vegetal viva ou morta nas entrelinhas. Ventura & Costa (2004) recomendam também evitar o trânsito de máquinas agrícolas provenientes de áreas infectadas e que áreas com histórico de ocorrência da doença não sejam utilizadas durante 5 a 8 anos após o último plantio.

Métodos ou produtos alternativos vêm sendo testados visando o aproveitamento de suas atividades antibióticas no manejo de doenças, em busca de alternativas aos métodos convencionais. Como controle alternativo da fusariose da pimenteira-do-reino, tem-se testado o uso de bactérias endofíticas (BENCHIMOL et al., 2000b), da casca de caranguejo triturada (BENCHIMOL et al., 2006), de microorganismos eficazes (DUARTE et al., 2006), de resíduos foliares de *Piper aduncum* (BENCHIMOL et al., 2017) e de óleos essenciais e extratos vegetais (TREMACOLDI, 2009;

GOMES FILHO et al., 2020). O uso de folhas trituradas de nim indiano (*Azadirachta indica*) em mistura com o substrato preconizado para enchimento das sacolas plásticas que receberão as estacas enraizadas para formação de mudas, na proporção de 50g por litro de solo, tem reduzido, ou retardado, o aparecimento da fusariose no pimental (TREMACOLDI, 2011).

Embora haja disponibilidade de materiais de diferentes origens no Banco de Germoplasma de pimenta-do-reino da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, a variabilidade genética entre esses materiais é muito estreita e todos os acessos têm apresentado susceptibilidade à fusariose, além da dificuldade de introduzir material genético do centro de origem da cultura e a doença ainda não ter sido relatada no centro de origem de *P. nigrum* (LEMOS et al., 2011). No entanto, espécies silvestres do gênero *Piper*, nativas da Amazônia, têm apresentado resistência à *F. solani*. (ALBUQUERQUE et al., 1999 POLTRONIERI et al., 1999), podendo ser de grande importância no programa de melhoramento, porém necessitam do conhecimento de ferramentas de biologia celular e molecular (LEMOS et al., 2011).

Outra doença de etiologia fúngica detectada mais recentemente em plantios adultos, e não menos importante, é a murcha amarela, causada por *Fusarium oxysporum*, que tem gerado prejuízos econômicos principalmente ao agronegócio da pimenta branca, em função da alta susceptibilidade da cultivar Guajarina a essa doença, preferencialmente plantada para esse fim (DUARTE et al., 2004a; TREMACOLDI, 2010, 2016). A murcha amarela foi constatada pela primeira vez, em ToméAçu em 1992, afetando apenas a cultivar Guajarina, embora haja relatos de produtores da ocorrência da doença na cultivar Guajarina INATAM e Bento. Desde então, a doença tem ocorrido em vários municípios do Pará como: Castanhal, Altamira, Capitão Poço, Bujarú, Jacareacanga, Igarapé Açu, Santarém Novo, Santa Maria do Pará, Tailândia, Baião, São Francisco do Pará e Primavera. Essa doença é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum*, de uma forma especializada na infecção da pimenteira-do-reino. Os sintomas da murcha amarela geralmente aparecem no pimental com mais de quatro anos de idade, porém, se o pimental for formado com mudas já infectadas, poder ser totalmente dizimado em apenas dois anos.

O patógeno pode infectar as plantas em qualquer época do ano e estas exibem os sintomas da doença tanto na época chuvosa como na época seca. O ataque se dá às raízes, por meio de ferimentos diversos provocados por nematoides das espécies *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* ou por ferramentas agrícolas, dentre outros. O fungo invade parte do sistema vascular, dificultando a passagem de água e de nutrientes para a parte aérea. Apenas o lado invadido dos vasos exibe sintomas externos. As plantas afetadas apresentam amarelecimento e queda prematura de folhas e internódios. Na haste surgem lesões no formato de um triângulo invertido, cuja base se desenvolve na região dos nós. Essas manchas tornam-se alongadas, necrosando parte da haste, que se apresenta metade verde e metade negra, sintoma característico da doença. Com o progresso da doença, parte da planta pode morrer, permanecendo a outra metade viva. Esses sintomas facilitam o diagnóstico da murcha amarela no campo. O manejo da fusariose e da murcha amarela envolvem medidas preventivas, uma vez que não há fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a pimenteira-do-reino e não há cultivares resistentes a essas doenças. As medidas mais preconizadas são: Uso de estacas coletadas apenas em pimentais sadios ou de viveiristas cadastrados pelo MAPA; Uso de mudas provenientes de estacas herbáceas, com um ou dois nós; Uso substrato constituído de mistura de solo, areia, matéria orgânica e calcário, previamente esterilizado com vapor úmido ou seco, se possível; Adoção de inspeções periódicas no pimental; Arranquio de plantas com sintomas e queima destas longe do pimental; Seleção de cultivares precoces e mais produtivas visando a convivência econômica com a doença; Drenagem dos solos que retêm excesso de água na estação chuvosa; Irrigação das plantas no período mais seco; Adoção de cobertura morta apenas em volta da base da planta, no final da estação chuvosa e plantio de espécies que tenham a copa rala (mogno brasileiro, nim, tamarindo) dispersas entre as

pimenteiras, para reduzir a temperatura e a evapotranspiração na área. No caso da fusariose aérea, podar o ramo atacado até 40 a 50 cm abaixo do ponto de penetração e pincelar a extremidade das hastes podadas com uma pasta cúprica. Se as novas brotações saírem com sintomas, arrancar a planta e queimar fora do pimental. Em áreas de ocorrência intensa, evitar o plantio da cultivar Guajarina, pela sua alta suscetibilidade a essa doença.

8. Conclusões

Um dos fatores de risco que envolve a implantação e manutenção de atividades econômicas com espécies florestais nativas ou exóticas na Amazônia é a ocorrência de doenças de etiologia fúngica, que são favorecidas pelas condições climáticas do trópico úmido, com temperatura e umidade relativa do ar elevadas durante a maior parte do ano, e pela instalação de grandes áreas de monocultivo, aliada à ampla utilização dessas espécies em Sistemas Agroflorestais (SAFs) impulsionados pelo desenvolvimento acelerado da silvicultura na região. Historicamente, os fungos têm provocado perdas econômicas significativas em grandes empreendimentos silviculturais e agrícolas na Amazônia, a exemplo do mal-das-folhas da seringueira (*M. ulei*) e da vassoura-de-bruxa do cacauzeiro e cupuaçuzeiro (*M. pernicioso*), dentre outros (DUARTE, 1999).

O manejo pela integração de práticas culturais diversificadas, como seleção do material de plantio, desinfestação de instrumentos agrícolas, adubação e manejo da água adequados, poda fitossanitária, o uso de porta-enxertos resistentes, enxertia de copa e plantas tri-compostas, são práticas que tem auxiliado na minimização de problemas fitossanitários em áreas extensas cultivadas com espécies florestais na Amazônia.

Referências

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20/12/2020
- ALBUQUERQUE, F. C. de; et al. Reação de espécies de Piper a dois isolados de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 1999.
- ALVARENGA, A. P. e CARMO, C. A. F. S. Seringueira. 2. ed. Viçosa : Epamig, 2014. 1056 p.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, R. M. et al. Melhoramento genético do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) no Estado do Pará. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. Anais [...] Belém : Embrapa-CPATU/JICA, 1997. p. 127-146. (Embrapa-CPATU. Documentos, 89).
- ALVES, R. M. et al. Avaliação de clones de cupuaçuzeiro quanto à resistência à vassoura-de-bruxa. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 297-306, 1998
- ALVES, R. M.; CRUZ, E. D. Cultivares de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura-de-bruxa. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações técnicas)
- ALVES, R. M.; FERREIRA, F. N. BRS Carimbó: a nova cultivar de cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Oriental. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 8 p.
- ALVES, R. M. Substituição de copa do cupuaçuzeiro. Brasília, DF : Embrapa, 2014. 28 p.
- ALVES, R. M et al. Resistência de genótipos de cupuaçuzeiro a *Lasiodiplodia theobromae*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2018.

- BENCHIMOL, R. L. Doenças do cupuaçuzeiro causadas por fungos. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 50 p. 2000a
- BENCHIMOL, R. L. et al. Controle da fusariose de pimenta-do-reino com bactérias endofíticas: sobrevivência e respostas morfológicas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.7, p. 1343-1348, jul. 2000b.
- BENCHIMOL, R. L. et al. Aspectos epidemiológicos da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro na microrregião de Belém, PA. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 2, p. 279-283, 2001.
- BENCHIMOL, R. L.; SUTTON, J. C.; DIAS-FILHO, M. B. Potencialidade da casca de caranguejo na redução da incidência de fusariose e na promoção do crescimento de mudas de pimenteira-do-reino. Fitopatologia Brasileira, v. 31, n. 2, p. 180-184, 2006.
- BENCHIMOL, R. L. Manejo de doenças fúngicas do cupuaçuzeiro. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PRAGAS, 1., 2009, Belém, PA. Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas em grãos e fruteiras: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.
- BENCHIMOL, R. L. et al. By-products of *Piper aduncum* in the control of fusariosis in black pepper plant. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2017.
- BRIENZA JÚNIOR, S. et al. Sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira: análise de 25 Anos de pesquisas. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n. 60, p. 67-76, dez. 2009.
- CALZAVARA, B. B. G.; MULLER, C. H.; KAHWAGE, O. N. C. Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro - cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém : EMBRAPA-CPATU, 1984. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 32), 101 p.
- CARDOSO, J. E. et al. Ocorrência endofítica de *Lasiodiplodia theobromae* em tecidos de cajueiro e sua transmissão por propágulos. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.35, n.4, p.262-266, 2009.
- COUTINHO, I. B. L. et al. Diversity of genus *Lasiodiplodia* associated with perennial tropical fruit plants in northeastern Brazil. Plant Pathology, v. 66, n. 1, p. 90-104, 2017.
- CYSNE, A. Q. et al. Spatial-temporal analysis of gummosis in three cashew clones at northeastern Brazilian Journal of Phytopathology, 158 (2010), pp. 676-682. 2010.
- DA HORA JÚNIOR, B. T. et al. Erasing the past: a new identity for the Damoclean pathogen causing South American leaf blight of rubber. PloS one, v. 9, n. 8, p. e104750, 2014.
- DE SOUZA, M. G. et al. Vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro na Amazônia. In: Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (ALICE). Tropical Plant Pathology, Brasília, DF, v. 37, 2012. 1 CD-ROM. Suplemento. Edição do 45º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2012, Manaus. Mesa redonda 9/36., 2012.
- DOILOM, M. et al. Botryosphaeriaceae associated with *Tectona grandis* (teak) in Northern Thailand. Phytotaxa 233, 1–26. 2015.
- DUARTE, M. L. R. Doenças de plantas no trópico úmido brasileiro: I. Plantas Industriais. Belém. Embrapa Amazônia Oriental, 1999, 296 p.
- DUARTE, M. L. R. et al. Cultivo da pimenteira-do-reino na Região Norte. Embrapa Amazônia Oriental-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2004a.
- DUARTE, M. et al. Murcha-amarela da pimenteira-do-reino. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2004b.
- DUARTE, M. L. R., et al. Controle alternativo da podridão-das-raízes da pimenteira-do-reino com microrganismos eficazes (EM). Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2006.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA e CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SERINGUEIRA E DENDÊ (EMBRAPA-CNPSD) Enxertia de copa em seringueira. Manaus : Embrapa-CNPSD, 1989. 148 p. (Embrapa.CNPSD. Documentos, 7).
- EVANS, H. C. The occurrence of pathotypes of *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer in the tropical forest ecosystem. In: Proceedings of the 6th international cocoa research conference. 1977. p. 166-170.
- EVANS, H. C. et al. Witches' broom disease: a case study. *Cocoa Growers' Bulletin*, n. 32, p. 5-19, 1981.
- FREIRE, F. C. O. et al. Novos hospedeiros do fungo *Lasiodiplodia theobromae* no Estado do Ceará. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 6p. (Comunicado Técnico, 91). 2004.
- FREIRE, F. C. O. et al. Status of *Lasiodiplodia theobromae* as a plant pathogen in Brazil. *Essentia*, Sobral, v. 12, n. 2, p.53-71, 2011.
- GALARZA, L. et al. Characterization of *Trichoderma* species isolated in Ecuador and their antagonistic activities against phytopathogenic fungi from Ecuador and Japan. *Journal of General Plant Pathology*, v. 81, n. 3, p. 201-210, 2015.
- GILBERT, G. S. Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. *Annual review of phytopathology*, v. 40, n. 1, p. 13-43, 2002.
- GOMES FILHO, J.; SANTOS, E. B. S.; AMORIM, E. P. R. Controle da fusariose (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) em pimenta-do-reino cv. Bragantina com extratos brutos aquosos e fungicida. *Summa Phytopathologica*, v. 46, n. 1, p. 49-52, 2020.
- GONÇALVES, P. S. et al. Retrospectiva e atualidade do melhoramento genético da seringueira (*Hevea* spp.) no Brasil e em países asiáticos. Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos (INFOTECA-E), 1983.
- GRANDIN, G. *Fordlandia: the rise and fall of Henry Ford's forgotten jungle city*. New York, Metropolitan Books, 2009. 183 p.
- HOLLIDAY, P. South American Leaf Blight (*Microcyclus ulei*) of *Hevea brasiliensis*. *Commonwealth Mycological Institute Phytopath Pap* 12: 1–31, 1970.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000*. Rio de Janeiro : IBGE, 2019. 169 p. - (Relatórios metodológicos, ISSN 0101-2843; v.45)
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Áreas territoriais, 2019* - Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>>. Acesso em: 29/11/2020.
- KIMATI, H. Controle químico. In: *Manual de Fitopatologia – Princípios e Conceitos*, São Paulo, vol. 1, p. 343–365. 2011.
- LEMOS, O. F. et al. Conservação e melhoramento genético da pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) em associação com as técnicas de biotecnologia. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2011.
- LI, GuoQing et al. Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species from *Eucalyptus urophylla* × *grandis*, *Polyscias balfouriana* and *Bougainvillea spectabilis* in southern China. *Journal of Phytopathology*, v. 163, n. 11-12, p. 956-967, 2015.
- LIEBEREI, R. South American leaf blight of the rubber tree (*Hevea* spp.): new steps in plant domestication using physiological features and molecular markers. *Annals of botany*, v. 100, n. 6, p. 1125-1142, 2007.

- LIMA, M. I. P. M.; SOUZA, A. das G. C. de. Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) e seu controle. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos (INFOTECA-E), 1998. 18p.
- LIMA, J.S.; MOREIRA, R.C.; CARDOSO, J.E.; MARTIN, M.V.V.; VIANA, F.M.P. Caracterização cultural, morfológica e patogênica de *Lasiodiplodia theobromae* associado a frutíferas tropicais. *Summa Phytopathologica*, v.39, n.2, p.81-88, 2013.
- MARQUES, L. C. T.; YARED, J. A. G.; SIVIERO, M. A. A evolução do conhecimento sobre o paricá para reflorestamento no Estado do Pará. Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2006.
- MCDONALD, B. A.; LINDE, C. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annual review of phytopathology*, v. 40, n. 1, p. 349-379, 2002.
- MEJÍA, L. C. et al. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological Control*, v. 46, n. 1, p. 4-14, 2008.
- MELO, D. F. et al. *Dicyma pulvinata* como agente de biocontrole do mal-das-folhas da seringueira. Brasília, DF : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 16 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1676 -1340; 171)
- MOHALI, S. R.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J. Identification of *Botryosphaeriaceae* from *Eucalyptus*, *Acacia* and *Pinus* in Venezuela. *Fungal Diversity*, v. 25, n. 25, p. 103-125, 2007.
- MORAES, L. A. C. et al. Desempenho de seringueira em sistema de tricompostos no sudoeste do Estado de Mato Grosso. Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 43 p. (Documentos / Embrapa Amazônia Ocidental, ISSN 1517-3135; 106).
- NUNES, A. M. L. et al. Epidemiologia da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do trópico úmido. Belém : Embrapa-CPATU/JICA, 1996. p. 83-105. (Embrapa-CPATU. Documentos, 85).
- OLIVEIRA, M. Z. A. et al. Fungo *Lasiodiplodia theobromae*: um problema para a agricultura baiana. *Bahia Agrícola*, v. 9, n. 2, p. 24-29. 2013.
- PINHEIRO, E.; LIBONATI, V. F. O emprego da *Hevea pauciflora* M.A. como fonte genética da resistência ao mal-das-folhas. *Polímeros*, v. 1, n. 1, p. 31-40, 1971.
- PINHEIRO, A. L. et al. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos-africanos (*Khaya* spp.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura. 2011.
- POLTRONIERI, M. C.; LEMOS, O. F.; ALBUQUERQUE, F. C. Pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). Embrapa Amazônia Oriental-Capítulo em livro científico (ALICE), 1999.
- POLTRONIERI, L. S. et al. Identificação de doenças em mogno-africano no Estado do Pará. Embrapa Amazônia Oriental-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2000.
- PUNITHALINGAM, E. Plant diseases attributed to *Botryodiplodia theobromae*. *Vaduz: Pat. J. Cramer*, 1980. 123p.
- RIBEIRO, A.; FERRAZ, A. C. F.; SCOLFORO, J. R. S. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp) e o Crescimento da Atividade no Brasil. *Floresta e Ambiente*, 24, 2179–8087. 2017.
- SIMÕES, M. L. G. et al. Evaluation of *Trichoderma* spp. for the biocontrol of *Moniliophthora perniciosa* subgroup 1441. *Journal of Biology and life Science*, v. 3, p. 18-36, 2012.
- SOUZA, S. G. A. et al. Sistemas agroflorestais para a agricultura familiar da Amazônia. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 38 p: il - (ABC da agricultura familiar, 33), 2012.

- SOUZA, A. G. C. S. et al. Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçu. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 56 p.
- SOUZA, G. J. T. et al. Fitopatógenos Associados à Mancha Foliar em Mogno Africano (*Khaya Ivorensis*), no Município de Castanhal-Pa. Anais do Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER. In: 3º Congresso Internacional das Ciências Agrárias (PDV -Agro). João Pessoa – PB, 2018.
- SOUZA, M. G de.; ALMEIDA, O. C; SOUZA, A. Doenças do cupuaçuzeiro. Embrapa Amazônia Ocidental-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2014.
- STEIN, R. L. B. et al. Biologia e fisiologia de *Crinipellis pernicioso* do cupuaçuzeiro. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do trópico úmido. Belém : Embrapa- CPATU/JICA, 1996. p. 59-82. (Embrapa-CPATU. Documentos, 85).
- TAVARES, S. C. C. H. Principais doenças da Mangueira e alternativas de controle. Cap 05, p.125-155. Brasília In: Informações técnicas sobre a cultura da manga no SemiÁrido brasileiro. DF. EMBRAPA-CPATSA . 1995.
- TAVARES, S. C. C. H. Epidemiologia e manejo integrado de *Botryodiplodia theobromae* – situação atual no Brasil e no mundo. *Fitopatologia Brasileira*, v.27, p.46-52. 2002.
- TREMACOLDI, C. R. Metodologia para o controle alternativo da fusariose em pimenta do reino. In: Embrapa Amazônia Oriental-Resumo em anais de congresso (ALICE). *Tropical Plant Pathology*, v. 34, supl., p. XXXIII, ago. 2009.
- TREMACOLDI, C.R.; LUNZ, A.M.; COSTA, R.F.S. Cancro em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) no estado do Pará. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 59, p.69-73, 2009.
- TREMACOLDI, C. R. Principais Doenças Fúngicas da Pimenteira-do-Reino no Estado do Pará e Recomendações de Controle. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, p. 25, 2010.
- TREMACOLDI, C. R. et al. Controle alternativo de *Lasiodiplodia theobromae* do paricá in vitro. XLIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia. *Tropical Plant Pathology* 35 (Suplemento), agosto, 2010.
- TREMACOLDI, C. R. Metodologia para o controle alternativo da fusariose em mudas de pimenteira do reino. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 3p, 2011.
- TREMACOLDI, C. R. et al. Cancro em mogno africano no estado do Pará. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 33, n. 74, p. 221–225, 2013.
- VASCONCELOS, C. C. et al. Efeito do extrato foliar de *Gossypium arboreum* L. (algodão) sob o crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.. *Biota Amazônia*, Macapá, v. 7, n. 1, p. 38-44, 2017.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H. Manejo da fusariose da pimenta-do-reino no estado do Espírito Santo. INCAPER, Vitória, 2004. 16p.
- VERZIGNASSI, J. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L. Mancha-alvo em mogno-africano no Brasil. *Summa Phytopathologica*, v. 35, n. 1, p. 70–71, 2009.
- WEBBER, T. V. et al. Control techniques and evaluation of pathogen influence on African mahogany (*Khaya grandifoliola* C. Dc.) infected by *Lasiodiplodia theobromae* Pat.. *European Journal of Plant Pathology*, 159, 427–432, 2021.