

ESTUDO DE MÉTODOS NATURAIS PARA REDUÇÃO DE DOENÇAS FÚNGICAS EM SEMENTES NATIVAS DA REGIÃO AMAZÔNICA

STUDY OF NATURAL METHODS FOR REDUCING FUNGAL DISEASES IN NATIVE SEEDS IN THE AMAZON REGION

Rafaela Assumpção¹

Mestranda em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus-AM

<https://orcid.org/0000-0003-3353-7843>

rafaelacasaes@gmail.com

Marcos Mourão Santa Brígida²

Discente em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará

<https://orcid.org/0000-0002-8820-0546>

marcosmourao.ufra@gmail.com

Profa. Raquel Soares Casaes Nunes³

Membro Docente do Instituto de Saúde e Produção animal da Universidade Federal do Rural da Amazônia, Belém-Pará

<https://orcid.org/0000-0002-5250-7466>

raquel.nunes@ufra.edu.br

¹Escrita – Revisão e Edição

²Investigação, Metodologia

³Administração do Projeto

RESUMO

Existe uma preocupação na produção de alimentos com a segurança sanitária desde o processo de cultivo até a sua expedição aos centros comerciais. Uma das maiores contaminações em sementes por suas características físicas e químicas, é a contaminação fúngica devida à acidez e umidade dos frutos. As doenças fúngicas entre elas, antracnose, vassoura de bruxa e podridão parda são consideradas importantes doenças em pós colheita, ocorrendo, principalmente, sob condições de alta umidade relativa do ar e temperaturas elevadas (26°C a 28°C). Dentre as sementes da região Amazônica, destacam-se sementes de (cacaú-

Theobroma cacao L., pupunha- *Bactris gasipaes*, tucumã da Amazonas- *Astrocaryum aculeatum*), que apresentam problemas de contaminação fúngica durante o sistema de cultivo. Métodos de biocontroles com ação antimicrobiana :bactérias endofíticas, rizobactérias e fungo *Trichoderma* ssp, entre outros estão sendo estudados para a redução destas contaminações fúngicas em estudos in vitro e no campo. O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica sobre a utilização de métodos de biocontrole como uma alternativa promissora no manejo de doenças de plantas na fase de pós-colheita, com excelentes resultados em culturas de grande importância econômica. Assim

novas alternativas ecologicamente sustentáveis demonstram a possibilidade de os produtos estudados serem utilizados no manejo da antracnose na pós-colheita.

Palavras-chave: Contaminação. Fungos. Cacao. Pupunha. Tucumã do Amazonas

ABSTRACT

There is a concern in food production with health security from cultivation process to its dispatch to redistribution centers. One of the biggest contaminations in seeds due to their physical and chemical characteristics, is the fungal contamination due to the acidity and humidity of the fruits. Fungal diseases including anthracnose, bruca's broom and brownrot are considered important diseases in post-harvest, occurring mainly under conditions of high relative humidity and high temperatures (26°C to 28°C). Among the seeds of the Amazon region, seeds of de (cacao- *Theobroma cacao* L., pupunha- *Bactris gasipaes*, tucumã da Amazonas- *Astrocaryum aculeatum*), that present problems fungals contamination during in their growing cultures systems. Biocontrol methods with antimicrobial action: endophytic bacteria, rhizobacteria and the fungus *Trichoderma ssp*, among others, are being studied to reduce these fungal contaminations in in vitro and field studies. The objective of this work is to present a bibliographic review on the use of biocontrol methods as an alternative that is promising in the management of plant diseases in the post-harvest phase, with excellent results in crops of great economic importance. Thus, new ecologically sustainable alternatives demonstrate the possibility of the studied products to be used in the management of anthracnose in the post-harvest period.

Keywords: Contamination. Fungus. Seeds

1 INTRODUÇÃO

A disseminação rápida de fungos nas plantações de sementes da região

Amazônica, entre elas, culturas de cacao, pupunha e tucumã da Amazonas, afetam principalmente a economia da região Norte do País devida à perda de grandes hectares de plantio.

A crescente procura por estratégias ecologicamente corretas na agricultura ao longo dos últimos 150 anos, indicou que a existe relação interespecies entre fungos e bactérias com suas plantas hospedeiras e são capazes de apresentar resistência contra patógenos e parasitas (GARCIA; KNAAK; FIUZA, 2013).

De acordo com Garcia, Knaak e Fiuza (2013), a interação benéfica entre planta e microrganismo possui importância global e local no equilíbrio dinâmico dos ecossistemas, para utilização em estratégias no Manejo Integrado de Doenças e Praga, porém tem sido pouco explorada na agricultura. Atualmente estão sendo desenvolvidas estratégias para o controle biológico das doenças como: Vassoura de bruxa, Antracnose e Podridão Parda com microrganismos endofíticos e rizobactérias e *Trichoderma spp.* que secretam substâncias antimicrobianas favorecendo a resistência dos cultivos aos fitopatógenos.

Dentre os mecanismos de ação de rizobactérias, a produção de compostos antibióticos tem sido considerada, por muitos autores, como um dos mais importantes mecanismos, pois atua na supressão de patógenos da rizosfera. O papel destes na fisiologia e ecologia de

microrganismos ainda é desconhecido, embora se saiba que pirrolnitrina produzida por *Pseudomonas fluorescens* inibe o crescimento de *Rhizoctonia solani*, *Thielaviopsis basicola*, *Alternaria* sp. e *Verticillium dahliae*. Os antibióticos, em geral, são inativados no solo e, portanto, sua ação só pode ser efetiva no tratamento de sementes (LUDWIG, 2009).

A ação das bactérias endofíticas faz-se necessária uma etapa adicional na adesão e penetração nas raízes, migrando para a rizosfera, em resposta aos exsudatos metabólicos. (GARCIA; KNAAK; FIUZA, 2013).

Além disso, a inserção de agentes de biocontrole às práticas de manejo pode beneficiar o manejo integrado da doença (MILANESI *et al.*, 2013). Considerando a importância do desenvolvimento de métodos de controle da doença, levando em conta a redução do custo e menor impacto negativo ao meio ambiente, tornam-se necessários estudos que selecionem microrganismos eficientes para o biocontrole da fusariose. Contudo, o objetivo da revisão bibliográfica foi contribuir com a discussão sobre biocontrole dos fungos toxigenicos, apresentando a ação antimicrobiana dos produtos biológicos, principalmente em sementes importantes na da região amazônica.

2 SEMENTES NATIVAS DA REGIÃO AMAZÔNICA

2.1 SEMENTES DE CACAU

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é uma árvore perene, nativa da bacia Amazônica, cultivada na América, África e Ásia e suas amêndoas são utilizadas para a produção de manteiga e mel de cacau utilizados na indústria alimentícia para a produção de chocolate, licores, geleias entre outros produtos introduzido na Bahia, o cacau expandiu-se principalmente na região Sudeste do estado, onde a economia foi sustentada principalmente pelo cultivo deste fruto. Em 1989, a região sofreu uma grande crise causada pela doença conhecida como vassoura-de-bruxa (*Monillioptthora pernicioso*), gerando assim grandes impactos econômicos, sociais e ambientais. Até introdução da vassoura-de-bruxa, a podridão-parda (*Phytophthora* spp.) era considerada a principal doença afetando a cultura do cacau nessa região. Atualmente, existem clones de cacau resistentes à vassoura-de-bruxa, que associada a boas práticas culturais, permitem ao produtor minimizar as perdas causadas pela doença (DECLOQUEMENT, 2018).

2.2 PUPUNHEIRA

O centro de origem da pupunheira, no Brasil, é a região Amazônica (Pará, Amazonas, Acre, Rondônia e Mato Grosso), e a sua domesticação se deu nos sopés amazônicos dos Andes, no norte da Bolívia, no leste do Peru e no Equador, disseminando a partir daí, para

as planícies tropicais da América (VAZ, 2010). A pupunheira é uma monocotiledônea, da família Arecaceae, podendo atingir até 20 m de altura, com estipe cilíndrico e diâmetro variando de 10 a 20 cm. O fruto da pupunheira é uma drupa ovoide com coloração vermelha, vermelho-amarronzada, amarela ou laranja, de polpa carnosa, rica em caroteno, feculenta, doce, oleosa, fibrosa e de coloração variando de amarela a laranja, e, ainda, pode-se encontrar frutos albinos (MOSSANEK, 2013).

2.3 TUCUMÃ DO AMAZONAS

A palmeira *Astrocaryum aculeatum* Meyer, ou Tucumã do Amazonas, é uma planta monoica que apresenta crescimento monopodial e arborescente. Sendo associada a ambientes degradados, é válido ponderar que são encontrados em ecossistemas de terra firme da Amazônia Central e Ocidental. Da semente e da polpa, podem ser extraídos diferentes tipos de óleos comestíveis, e outros compostos como biodiesel (RODRIGUES *et al.*, 2013). Existem duas espécies popularmente conhecidas como tucumã, cujos frutos são comestíveis e comercializados na região Norte do Brasil: a *Astrocaryum vulgare* Mart., que tem demanda estável centrada na região de Belém; e (ii) *Astrocaryum aculeatum* G. Mey., também conhecida como tucumã-açu, alta demanda na Amazônia central, como

principal mercado a cidade de Manaus (DIDONET; RERRAZ, 2014).

A semente de tucumã é utilizada para a fabricação de óleos comestíveis e o fruto vem sendo utilizado para ajudar a prevenir e a tratar a diabetes, pois ela é rica em ômega 3, gordura que diminui a inflamação e o colesterol alto, ajudando também no controle do nível de açúcar no sangue. Visto que, além de ser utilizado em diversas preparações, têm grande valor nutricional, e é apreciado por populações na forma *in natura*, onde a casca normalmente é desprezada (CIESA, 2017).

3 DOENÇAS FÚNGICAS QUE CONTAMINAM CULTIVO DE SEMENTES

Os fungos são microrganismos que crescem e se proliferam bem em sementes, entre eles, o amendoim, cacau, milho, trigo, cevada, pupunheira onde geralmente encontram um substrato altamente nutritivo para o seu desenvolvimento. O crescimento fúngico e produção de micotoxinas em plantações e quando presentes em sementes ocasionam perda do poder germinativo, no arroz e na manteiga de cacau afetam a qualidade, promovendo descoloração, e no café produzem aromas desagradáveis. E sua ação deteriorante ou toxigênica podem ocorrer em diversas fases do desenvolvimento, durante a maturação, colheita, transporte, processamento ou armazenamento. Os fungos podem

promover prejuízos significativos aos alimentos, podendo alterar as condições físicas dos produtos, reduzir o valor nutritivo, produzir micotoxinas (VALMORBIDA, 2016). Ademais, os fungos podem ser divididos em dois grupos: fungos da colheita, como *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Gibberella*, *Nigrospora*, *Helminthosporium*, *Alternaria* e *Cladosporium* e Os fungos pós-colheita indicadores de deterioração em sementes, gênero *Aspergillus* (*A. halophilicus*, *A. restrictus*, *A. glaucus*, *A. candidus*, *A. alutaceus*, *A. ochraceus* e *A. flavus*) e os do gênero *Penicillium* (*P. viridicatum*, *P. verrucosum*) são os (LINS *et al.*, 2014).

3.1 ANTRACNOSE: DOENÇA DA PARTE AÉREA DAS PLANTAS

A antracnose provoca uma mancha marrom, arredondada, com anéis concêntricos onde aparecem as estruturas do fungo de cor escura, principalmente nas folhas jovens, essa doença causa danos em mudas em viveiros, em plantas jovens de plantios novos e em plantas adultas, nas quais causa podridão nos frutos, prejudicando a produção e qualidade das sementes (RURAL CENTRO, 2014).

Diante do exposto, algumas espécies como *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. cocodes*, *C. capsici* e *C. dematium* infectam diversas plantas hospedeiras (SANTOS *et al.*, 2018). *C. gloeosporioides* antracnose no morangueiro, *C. gloeosporioides*, Revista Higiene Alimentar, 36 (294): Jan/Jun, 2022
ISSN 2675-0260 – DOI: 10.37585/HA2022.01doenca

antracnose na pupunheira. *Colletotrichum acutatum* e *C. gloeosporioides* causam antracnose no abacate e manga. Plantas cítricas podem ser afetadas por quatro doenças causadas por *Colletotrichum* spp: queda de frutos pós-florescimento causado por *C. acutatum*; antracnose causada por *C. acutatum*; deterioração de frutos pós-colheita e morte de brotos e manchas foliares causados por *C. gloeosporioides* (FERRARI *et al.*, 2011).

Os fungos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria* spp, *Curvulariassp.*, são relatados como patógenos causadores de manchas foliares em mudas e plantas adultas da pupunheira (COSTA, 2007). No estado do Amazonas, o patógeno foi registrado causando antracnose em folhas e frutos de pupunheira. No Paraná, este fungo foi encontrado causando necroses em folhas e, em Minas Gerais e no Paraná, em frutos. Por outro lado, outros estudos já haviam identificado a mesma doença, em viveiro, em mudas de pupunha no Pará (TOCAFUNDO *et al.*, 2019).

Embora a antracnose seja atualmente muito importante na região norte, outras regiões com microclimas semelhantes podem estar em risco, como o Centro-Oeste e Nordeste (OPAS, 2010).

De fato, a identidade das espécies *Colletotrichum* spp. no Brasil ainda não está totalmente documentada. Por outro lado, o estudo de PESQUEIRA, 2013, frisa que a antracnose também pode evoluir em uma ameaça mundial para a

indústria de diferentes frutos, especialmente em áreas com um tipo de clima quente, úmido e chuvoso, onde o período de crescimento coincide com a estação chuvosa.

3.2 VASSOURA DE BRUXA (*Crinipellis perniciosa* Stahel)

A vassoura-de-bruxa (*Crinipellis moniliophthora perniciosa* Stahel), é a doença que mais ameaça os plantios de cacau e cupuaçueiro, *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum., na Região Amazônica. Encontra-se endêmica, na região da América do Sul no cultivo de cacau e cupuaçu e o consequente aumento da área plantada, sendo observados surtos epidêmicos da doença (FERRARI *et al.*, 2011).

A doença é diagnosticada com os sintomas característicos nas folhas, ramos, flores e frutos. O ataque ocorre em regiões meristemáticas, como gemas axilares e apicais, promovendo hipertrofia, com brotações vegetativas deformadas e entrenós curtos as quais, após um mês, secam, interferindo significativamente na área fotossintética da planta. A doença pode evoluir para agrupamentos de flores com tamanhos anormais, que secam precocemente, porém ficam aderidas à planta. A disseminação da doença ocorre através dos basidiósporos, que são veiculados pelo vento e água da chuva até os sítios de infecção. O período de incubação no cacau é de quatro a seis semanas. Em 1989 na região Sul do

Revista Higiene Alimentar, 56 (294): Jan/Jun, 2022
ISSN 2675-0260 – DOI: 10.37585/HA2022.01doença

estado da Bahia, ocorreu uma rápida disseminação da doença devido às condições ambientais favoráveis, a situação da lavoura mudou rapidamente. Atingindo proporções epidêmicas, a doença acarretou uma redução drástica na produção, da ordem de 75% levando o país da condição de exportador a importador (ALVES *et al.*, 2009).

3.3 *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey

A podridão parda causada por *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey, é a doença mais importante da cultura dos frutos no Brasil e ocorre em todos os Estados produtores de cacau e as perdas por ela causadas variam de 20 a 30% da produção de frutos, sendo considerada, antes do surgimento da vassoura-de-bruxa, como a principal doença do cacau no país. No Brasil, é relatado atacando culturas de grande valor econômico, como cacau, berinjela, citros, coco, cupuaçu, fruta-do-conde, tucumã, pimenta-do-reino, pupunha e seringueira. (May-De Mio *et al.*, 2008; SANTOS, 2010), Atualmente, com o sucesso alcançado pelos clones de cacau resistentes à vassoura-de-bruxa e as condições climáticas voltando a ser favoráveis a podridão-parda começa a reaparecer como um sério problema para a cacaucultura brasileira (DECLOQUEMENT, 2018).

A doença causada por *Phytophthora* spp. responsáveis pela podridão-parda ataca ramos, flores e

frutos, tendo início na primavera, infectando primeiramente os órgãos florais. As estruturas reprodutivas dos fungos chamadas conídios são disseminados por vento, água e insetos, atingindo os frutos, penetrando neles e causando inicialmente manchas pardas pequenas e circulares (MAY-DE-MIO *et al.*, 2008).

As diferentes espécies de *Phytophthora* spp. responsáveis pela podridão-parda em cacauero apresentam o mesmo tipo de sintoma, com diferença na agressividade e na distribuição geográfica (DECLOQUEMENT, 2018). A doença também pode se desenvolver no tronco devido a dispersão do micélio e estruturas reprodutivas do patógeno a partir de frutos e folhas infectadas, apresentando sintomas de cancro. Neste caso, observe-se manchas escuras de forma arredondadas na superfície da casca do tronco. Em estágios mais avançados, pode ser observada exsudação e necrose do tecido, podendo matar a planta ao se aprofundar até o lenho (DECLOQUEMENT, 2018).

3.4 *Fusarium* spp (FUSARIOSE)

Espécies do gênero Fusarium spp., um dos mais abundantes gêneros de fungos de solo, engloba espécies de importância ambiental, agrícola e, até mesmo, relacionadas a doenças em humanos e animais (WAKELIN *et al.*, 2008). Algumas podem ser patogênicas a uma grande variedade de

plantas, muitas delas de interesse econômico, provocando doenças como murcha vascular, *damping off* e podridões de raiz e colo (WAKELIN *et al.*, 2008; SCANDIANI *et al.*, 2010).

A contaminação fúngica em tucumã do Amazonas é predominante do gênero *Fusarium* sp. Em estudos anteriores, foi apresentado resultado positivo da ação patogênica do gênero *Fusarium* spp. em tecido foliar da palmeira *A. vulgare*, como também há relatos de *Fusarium* spp. causando necrose em folhas de palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq), (SILVA *et al.*, 2011).

4 CONTROLE DAS DOENÇAS FÚNGICAS POR MÉTODOS NATURAIS

O uso de produtos químicos conhecidos como fungicidas geralmente é necessário para permitir a proteção suficiente das plantações. O número de tratamentos necessários para o controle do fungo dependerá das condições climáticas locais. Como exemplo dos fungicidas recomendados, podem-se citar o de contato, dithianon e os sistêmicos, imibenconazole, difenoconazole e tiofanato metílico. Segundo informações na literatura, o controle biológico vem ganhando destaque na agricultura, quando usado num programa de manejo integrado de doenças tendo papel fundamental no equilíbrio ecológico. (GARCIA; KNAAK; FIUZA, 2013).

4.1 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DAS BACTÉRIAS NAS SEMENTES DA REGIÃO AMAZÔNICA

Os estudos sobre os efeitos benéficos das bactérias endofíticas e fungos que não são limitados apenas à promoção de crescimento, porém com ação antimicrobiana com comportamento de controle biológico. Os microrganismos apresentam relação interespecífica benéfica com as plantas, essa interação no sistema radicular é fundamental para a resposta quimioestática da bactéria endofítica aos exsudatos radiculares.

4.2 BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS E ALTERNATIVAS MOLECULARES ATUAIS

Bactérias do gênero *Pseudomonas* spp., com as do gênero *Bacillus* spp., estão entre as mais bem estudadas quanto ao seu potencial como agentes de biocontrole pertencentes ao grupo de bactérias endofíticas. Concomitante à atuação das bactérias endofíticas, existem as rizobactérias e estas podem ser utilizadas como possíveis microrganismos com atividade antimicrobiana a fungos e bactérias patogênicas nas plantações.

Segundo levantamentos realizados por Freire Junior *et al.* (2014), dentro da literatura científica, as bactérias dos gêneros *Aeromonas* spp., *Azoarcus* spp., *Azospirillum* spp., *Azotobacter* spp., *Arthobacter* spp., *Bacillus* spp., *Clostridium* spp., *Enterobacter* spp., *Gluconacetobacter* spp., *Klebsiella* spp.,
Revista Higiene Alimentar, 36 (294): Jan/Jun, 2022
ISSN 2675-0260 – DOI: 10.37585/HA2022.01doença

Pseudomonas spp., e *Serratia* spp., são as mais encontradas, associadas à raízes de plantas no solo.

Com o objetivo de desenvolver inoculantes com propriedades antagonistas de bactérias endofíticas do gênero *Pseudomonas* spp., os autores, Garcia, Knaak e Fiuza (2013) pesquisaram a atividade antifúngica contra *Fusarium oxysporum radialis-lycopersici*, *Sclerotium bataticola*, *Pythiummultimum*, *F. graminearum* e *Alternaria* spp. Neste estudo, adicionalmente verificou-se o potencial antagônico de um exemplar endofítico diazotrófico contra a brusone, pois as espécies *Achromobacter* e *xylooxidans* possuem cepas com atividades fertilizante e inseticida comprovadas até então sem conhecimento na literatura (GARCIA; KNAAK; FIUZA, 2013).

Tullio (2017) averiguou a ação de bactérias endofíticas isoladas do cacau e antibiose para patógenos de solo *Fusarium solani*, *Rhizootonia solan*. Da mesma forma, Bonatelli (2012) estudou os microrganismos endofíticos e epifíticos do gênero *Bacillus* spp., *Stenotrophomonas* spp., *Pantoea* spp., *Erwinia* spp., *Entereobacter* spp., *Pseudomonas*, cultivados foram testados com o fitopatógeno *Colletotrichum* sp. em ensaios de antagonismos e apresentaram resultados satisfatórios de antibiose. Em pesquisas de Graças *et al.* (2015), as rizobactérias devem apresentar três características: colonizar as raízes,

sobreviver e se multiplicar, competindo com a microbiota nativa e estimulando o crescimento vegetal.

A inoculação de microrganismos endofíticas geneticamente modificados, outra alternativa, pode propiciar um caminho para as plantas beneficiarem-se de genes exógenos, ou seja, os isolados endofíticos podem atuar como vetores para expressão de proteínas com atividade inseticida, por exemplo, levando ao aumento da resistência das plantas inoculadas a doenças e/ou insetos-praga. Nesse contexto, as lectinas vegetais, como as aglutininas de *Pinelliaternata* (PTA) e as aglutininas de *Galanthusnivalis* (GNA), estão sendo utilizadas em pesquisa na transferência das PTAs para bactérias endofíticas e sua reinoculação como bactérias endofíticas recombinantes em plântulas de arroz (GARCIA; KNAAK; KNAAK; FIUZA, 2013).

4.3 CONTROLE BIOLÓGICO COM FUNGO *TRICHODERMA SPP.*

Trichoderma spp. é um dos fungos mais pesquisados como agente de biocontrole, sendo antagonista a vários fitopatógenos em diferentes culturas. Por meio da análise microbiológica, pode-se compreender como e em quais circunstâncias ocorre o controle biológico no ambiente do solo, e como se dão as relações entre patógeno, agente de biocontrole e hospedeiro. Dentre os potenciais agentes de biocontrole de doenças fúngicas de pós-colheita dos
Revista Higiene Alimentar, 36 (294): Jan/Jun, 2022
ISSN 2675-0260 – DOI: 10.37585/HA2022.01doenca

frutos, bactérias e leveduras têm sido investigados. Alguns fungos estão sendo estudados como o fungo *Trichoderma spp* pelo seu potencial antimicrobiano e indutor de crescimento de plantas. Um dos agentes de controle biológico muito utilizado é o fungo *Trichoderma spp* (SAITO *et al.*, 2006).

Os fungos do gênero *Trichoderma spp.* de grande importância econômica para a agricultura, como as espécies *T. harzianum* e *T. viride* que mostram sua capacidade de atuar como agente de controle de doenças de várias plantas cultivadas, além da capacidade como promotores de crescimento e indutora de resistência de plantas a doenças. Espécies desses fungos vêm recebendo atenção da pesquisa por sua versatilidade de ação, por serem capazes de produzir substâncias antifúngicas e tornando-as altamente competitivas no ambiente (CHAGAS *et al.*, 2016).

A utilização de fungos do gênero *Trichoderma spp* no biocontrole se dá por ser antagonista a vários fungos fitopatogênicos, podendo exercer o controle de indiretamente, competindo por espaço e nutrientes, modificando as condições ambientais, produzindo antibióticos, também enzimas que degradam paredes celulares de outros fungos, além de apresentarem diversidade estratégica de sobrevivência, inativando as enzimas do patógeno ou, diretamente, mediante o micoparasitismo, e garantindo

grande capacidade de proliferação na rizosfera (CHAGAS *et al.*, 2016).

Simões (2010) demonstrou em seu estudo a inibição com a ação antagonista de diversas espécies do gênero *Trichoderma* spp. ao fungo *Moniliophthora perniciosa*, agente causador da vassoura de bruxa do cacauzeiro. O Tricovab é vendido comercialmente composto pelo fungo *Trichoderma stromaticum*. Ele impede a reprodução da vassoura-de-bruxa, reduzindo a incidência do fungo da vassoura de bruxa na área por causa da competição natural.

Autores como Pedro *et al.* (2012) afirmaram que isolados de *Trichoderma* spp. podem promover o crescimento e reduzir a severidade da antracnose em plantas de feijão 'Pérola', em condições de casa de vegetação. Além disso, a aplicação simultânea de *Trichoderma* spp. para o controle do *C. gloeosporioides* em mudas de maracujazeiro-amarelo. Chagas *et al.* 2016, demonstrou em seus estudos que 90% dos isolados de *Trichoderma* spp. foram eficientes na atividade antagonista aos fitopatógenos *C. cliviae* e *C. truncatum*. Causadores da antracnose e ressalta que a inibição do antagonista pode ser explicada pelo rápido crescimento dos isolados de *Trichoderma* spp que podem chegar até a sobrepor o patógeno, provavelmente, devido a um tipo de estímulo próprio na disputa por espaço colonizável, levando vantagem sobre o patógeno na competição por

espaço ou nutriente (CHAGAS *et al.*, 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das doenças fúngicas estarem presentes em diversas sementes e já estarem relatadas há muito tempo no Brasil, os estudos do desenvolvimento da doença em campo e em pós-colheita ainda são escassos. A alta da antracnose, podridão parda, vassoura de bruxa e fusariose em um período chuvoso mostra a necessidade de manejo adequado do norte do Brasil, onde a época de plantio é quente e úmido, condições ideais para o desenvolvimento de epidemias de antracnose. As alternativas de biocontrole estão centradas na avaliação *in vitro*, necessitando de maiores estudos *in vivo*, comportamentos dos insumos biológicos nas raízes das plantas em casas de vegetação. Diversos estudos indicam que o emprego *in vivo* de antagonistas, indutores de resistência, compostos antimicrobianos, não induz fitotoxicidade. Com base nisso sugere-se a avaliação de novas técnicas, épocas, doses e intervalos de aplicação na busca por alternativas não poluentes, ecologicamente viáveis para tratamento das doenças fúngicas sobre sementes em pós-colheita, o que possibilitará a identificação de um método seguro e eficaz no controle do patógeno. As perspectivas sobre o uso desses produtos naturais projetadas para controlar

doenças de planta são promissoras já em execução em campo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERRARI, Josiane T, *et al.* **Antracnose associada às fruteiras.** Infobibos. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2011_4/a_ntracnose/index.htm. 2011.

VALMORBIDA, Roberta. **FUNGOS E MICOTOXINAS EM GRÃOS DE MILHO (*Zea mays* L.) E SEUS DERIVADOS PRODUZIDOS NO ESTADO DE RONDÔNIA, REGIAO NORTE DO BRASIL.** Tese (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2016.

Abreu, G.F. de. **Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** 2005. 80f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ALMEIDA, J. M. **Viabilidade de bactérias lácticas probióticas em leites fermentados comerciais.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2017.

ALVES, Rafael Moysés, *et al.* **EVOLUÇÃO DA VASSOURA-DE-BRUXA E AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA EM PROGÊNIES DE CUPUAÇUZEIRO.** *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1022-1032, dezembro 2009.

AZEVEDO, F. R.; GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; LIMA, M. A. A. Eficiência de produtos naturais para o controle de Bemisiatabaci biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em meloeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n.1, p.73-79, 2005.

BASTOS, Ivanilde dos Santos. **Avaliação da Atividade Antibacteriana,**

Antifúngica E Antimalárica De Extratos, Frações e Composto Obtidos De Plantas Da Região Amazônica. Tese (Mestrado em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia, área de concentração Biologia dos agentes infecciosos e parasitários). UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS. Manaus/AM. 2016.

BECKER, M. M.; MARQUES, M. C.; MARTY, C. G.; NUNES, J. L.; SILVA, G. Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native Amazon fruits. **Braz. J. Food Technol.** Campinas, v. 21, e2018022, 2018.

BONATELLI, Maria Leticia. **Bactérias endofíticas e epifíticas cultivadas e não cultivadas do guaranazeiro e o controle da antracnose.** Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba/SP, 2012.

BRITO, N. M.; NASCIMENTO, L.C. Potencial fungitóxico de extratos vegetais sobre *Curvularia aeragrostidis* (P. Henn.) Meyer in vitro. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.2, p.230-238, 2015.

CARVALHO, M. J. C. Isolamento e caracterização de bacteriocinas com potencial interesse na área alimentar. **Dissertação de Mestrado (Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar).** Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Portugal, 2016.

CEREZO, C. B.; ITAMAR, S. M.; HUMBERTO, F. S. Biocontrole da antracnose em frutos de maracujá amarelo por bactérias antagonistas a fitopatógenos.

Scientific Electronic Archives, Sinop, v. 12, n. 4, p. 10-16, 2019.

CERQUEIRA, Thales Sandoval; JACOMINO, Angelo Pedro; SASAKI, Fabiana Fumi. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Rev Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p.216-221, 2011.

CHAGAS, Lilian França Borges, *et al.* Bioprospecção de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *Colletotrichumcliviae* e *C. truncatum*. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 14, n.4, p. 238-242, out./dez. 2016.

COELHO, C. C. S.; FREITAS, S. O.; CAMPOS, R. S.; BEZERRA, V. S.; CABRAL, L. M. C. **Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão.** *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 369-375, Apr. 2015.

COSTA, Caroline Rabelo. **Fundos Associados às Plantas Ornamentais Tropicais no Distrito Federal.** Tese (Mestrado em Fitopatologia). Universidade de Brasília. Brasília/DF. 2007.

CRUZ, T.P.; ALVES, F.R.; MENDONÇA, R.F.; COSTA, A.V.; JESUS JUNIOR, W. C.; PINHEIRO, P.F. e MARINS, A.K. Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogonwinterianusjowit* (citronela) contra *Fusariumsolani*. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 1-8, Jan./Feb. 2015.

DADAZIO, T. S. Obtenção e análise de espectros de absorção de luz por herbicidas. **Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas** - Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu, 2018.

DECLOQUEMENT, Jennifer Nathalie Yolande. **Caracterização morfo-molecular e patogenicidade de *Phytophthora* spp. associadas ao cacaueteiro (*Theobromacacao* L.).**Tese (Mestrado em Fitopatologia), Universidade de Brasília, Brasília. 2018.

DIDONET, Adriano Almir; FERRAZ, Isolda Dorothea Kossmann. O COMÉRCIO DE FRUTOS DE TUCUMÃ (*Astrocaryumaculeatum* G. Mey - ARECACEAE) NAS FEIRAS DE MANAUS (AMAZONAS, BRASIL). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 353-362, Junho 2014.

FERREIRA, A. L. **Influência da aplicação de ozônio na qualidade e vida de prateleira de pitaia (*Hylocereuspolyrhizus*) minimamente**

processada. Dissertação de Mestrado (Biociências). Universidade Estadual Paulista, Assis, 2018.

FILHO, J. M. M. **Preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L): produção, caracterização e aplicação em leite fermentado.** Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus São José do Rio Preto, 2017.

FRANCA, Amanda Cristina Alves. **Controle biológico da antracnose na cultura do feijão-vagem com o uso de bioagentes.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Agronomia). Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2020.

GARCIA, Taís Vargas; KNAACK, Neivada; FIUZA, Lidia Mariana. **Bactérias endofíticas como agentes de controle biológico na orizicultura.** *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.82, 1-9, 2015.

GONÇALVES, N. M.; FERREIRA, I. M.; SILVA, A. M. O.; CARVALHO, M. G. logurte com geleia de cajá (*Spondiasmombin* L.) adicionado de probióticos: avaliação microbiológica e aceitação sensorial. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal** (v.12, n.1) p. 54 – 63 jan – mar (2018).

GRAÇAS, Jonathas Pereira, *et al.* **Microrganismos estimulantes na agricultura.** Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - ESALQ/USP. Série Produtor Rural - nº 59. Piracicaba/SP: Divisão de Biblioteca, 2015.

HANADA, Rogério Eiji. **Controle de *phytophthora*, agente causal da podridão-parda dos frutos de cacaueteiro com fungos endofíticos.** Tese (Doutorado em Biotecnologia). Universidade Federal do Amazonas. Manaus/AM. 2006.

James, J.R.; Tweedy, B.G.; Newby, L.C. Efforts by industry to improve the environment safety of pesticides. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.31, p.423-439, 1993.

FREIRE JUNIOR, Murillo; SOARES, Antonio Gomes. **Orientações Quanto ao Manuseio Pré e Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças Visando à Redução de suas Perdas**. Embrapa. ISSN 0103 5231. setembro, 2014 Rio de Janeiro, RJ.

Kader, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3ed. Berkeley: University of California, p.259, 2002.

Kefialewa, Y.; Avalewb, A. Postharvest biological control of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) on mango (*Mangifera indica*). **Postharvest Biology and Technology**, New York, v. 50, n. 1, p. 8-10, 2008.

LINS, *et al.* Occurrence of field fungi and storage and feed ingredients for pigs. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 9, n.2, p. 14 - 20, abr-jun, 2014.

LUDWIG, J. **Potencial de isolados bacterianos como biocontroladores de nematoides e fungos e como indutores de resistência em plantas de arroz**. 2009. 104p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MAFACIOLI, Rudimar, *et al.* Etiologia e Manejo das Doenças da Pupunheira no Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.58, p.61-68, jan./jun. 2009.

MELLO, Durval Libânio Netto; GROSS, Eduardo. **Guia de Manejo do Agroecossistema Cacau Cabruca** - volume 1 Editora. Instituto Cabruca. Ilhéus, Bahia: 2013

MILANESI, Paola M, *et al.* Biocontrol of *Fusarium* spp. with *Trichoderma* spp. and growth promotion in soybean seedlings. **Revista de Ciências Agrárias**, 36(3): 347-356. 2013.

MIO, Louise L. May-De, *et al.* Infecção de *Monilinia frutícola* no período da floração e incidência de podridão parda em frutos de pessegueiro em dois sistemas de produção. **Tropical Plant Pathology**. 33 (3). 2008.

MORAIS, M. F. **Inibição de *Listeria monocytogenes* em salsicha por *Leuconostoc mesenteroides* isolada de grãos de kefir**. Dissertação

apresentada ao Programa de PósGraduação em Ciência de Alimentos, da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015.

MORENO, N. P. **Pesquisa de bactérias do ácido láctico com atividades antifúngica. Dissertação de Mestrado (Tecnologia e Segurança Alimentar)**. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo, 2018.

MOSSANEK, Ernani Augusto Ochekoski. **Indução de Perfilhamento em Mudas de Pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* Henderson)**. Tese (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR. 2013.

Moura, R. D. **Produtos biológicos e alternativos no controle de doenças pós colheita em melão Cantaloupe**. 2007. 66f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2007.

NETO, Alfredo Dantas, *et al.* Caracterização de uma População de Cacaueiro para Mapeamento. **Fitopatol. bras.** 30(4), jul - ago 2005.

OLIVEIRA, J. O. DE, SANTOS, I. M. R. DOS, SILVA, D. P. DA CALUMBY, R. J. N., MOREIRA, R. T. DE F., & ARAÚJO, M. A. dos S. Ocorrência de fungos na água e areia de praias urbanas. **Diversitas Journal**, 5(4), 2779-2791. 2020.

OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E.D.M.N. **Identificação e manejo das principais doenças do cacaueiro no Brasil**. Ilhéus, CEPLAC/ CEPEC/SEFIT. 132p. 2005.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE(OPAS). **Módulo de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades (MOPECE)**. Ministério da Saúde. Brasília/DF. 98 p.: il. V(7). 2010.

PEDRO, Erica Aparecida de Souza, *et al.* Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.47, n.11, p.1589-1595, nov. 2012.

PEIXOTO, A. M dos S. **Controle de patógenos e prolongamento da vida útil pós colheita do mamão formosa 'Tainung 01' através do controle biológico e químico.** 2005. 68f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2005.

PESQUEIRA, Afonso da Silva. **CONTROLE QUÍMICO DA ANTRACNOSE DA SOJA E SANIDADE DE SEMENTES.** Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados. Dourado/MS. 2013.

REGINA, Thaiany. **Como Armazenar a Calda Bordalesa.** Rural centro. 2013.

REVISTA DE PRODUÇÃO ACADÊMICO-CIENTÍFICA. Centro Universitário De Ensino Superior do Amazonas. Manaus, CIESA. 2017. 7-9.

RIBEIRO, J.G.; Serra, I.M.R.S.; Araújo, M.U.P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, v.42, n.2, p.160-164, 2016.

RODRIGUES, Paulo Hercílio Viegas, *et al.* In vitro propagation of *Astrocariumaculeatum*. **Ciência Rural**, v.43, n.1, jan, 2013.

SAITO, Larissa Romão, *et al.* Aspectos de los efectos del hongo *Trichoderma* spp. en el control biológico de patógenos de los cultivos agrícolas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.2, n.3, set.-dez. 2009.

SANTOS, D. B.; AGUIAR, R.O.; CRUZ, W. P.; BERNARDINO, P. D. L. S.; MARTINS, L. H. S.; CARVALHO, F. I. M.; BICHARA, C. M. G.; SILVA, P. B. Desenvolvimento e caracterização de doces de leite bubalino pastosos saborizados com doces de bacuri e cupuaçu. **Brazilian Journal of Development**. Belém, v. 6, n. 8, 2020.

SANTOS, H.A.; Mello, S.C.M. e Peixoto, J.R. Associação de isolados de *Trichoderma* spp. e Ácido Indol-3-Butírico (AIB) na promoção de enraizamento de estacas e crescimento de maracujazeiro.

Bioscience Journal, v.26, n.6, p. 966-972. 2010.

SANTOS, Laryssa Andrade da Luz. **Bactérias epifíticas como agentes de biocontrole da antracnose do mamoeiro em pós-colheita.** 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Microbiologia Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

SANTOS, Marcos Vinicius Oliveira Dos. **Phytophthora spp. EM CULTIVOS DIVERSOS NO SUL DA BAHIA E IDENTIFICAÇÃO DE AGENTES DE BIOCONTROLE A ESTES PATÓGENOS.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus/BA, 2010.

SCANDIANI, M M, *et al.* First report of sexual reproduction by the soybean sudden death syndrome pathogen *Fusarium tucumaniae* in nature. **Plant Disease**, Argentina. vol.94, n.12, p. 1411-1416. 2010.

SILVA, Jackeline Figueira, *et al.* Fungos Fitopatogênicos Às Mudas De Tucumã (*Astrocaryum Vulgare* Mart.). 15º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA 24 e 25 de agosto de 2011 Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

SIMÕES, Maria Lúcia Garcia. **Controle biológico de *Moniliophthora perniciosa*, agente causal da vassoura de bruxa do cacaueteiro, por diferentes espécies e linhagens de *Trichoderma* spp.** Tese (doutorado). Instituto de Biociências de Rio Claro/SP, 2010.

SOARES, Nilde de Fátima Ferreira, *et al.* ANTIMICROBIAL EDIBLE COATING IN POST-HARVEST CONSERVATION OF GUAVA. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, e. 281-289, outubro 2011.

TADESCO, Vanessa. **Panorama e perspectivas de uso de *Trichoderma* spp. No Manejo de Patógenos Radiculares Com Ênfase na Cultura da Soja. Monografia (Especialização em Tecnologia Inovadoras no Manejo Integrado de Pragas e Doenças de Plantas).** Universidade Federal do Rio

Grande do Sul – Faculdade de Agronomia. Porto Alegre/RS. 2009.

TANYA, M. Mariuxi; LEIVA-MORA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Ctro. Agr., Santa Clara*, v. 46, n. 2, p. 93-103, jun. 2019.

TOCAFUNDO, Francis.
CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA, MOLECULAR E PATOGÊNICA DE *Phytophthorapalmivora* ASSOCIADA AO CACAUEIRO, MAMOEIRO E PUPUNHEIRA. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus/BA. 2019.

VAZ, Aline Brito. **CARACTERIZAÇÃO DA INTERAÇÃO *Phytophthorapalmivora* X PUPUNHEIRA QUANTO À PATOGÊNESE, HISTOPATOLOGIA E CONTROLE BIOLÓGICO.** Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus/BA. 2010.

WAKELIN, Steven A., *et al.* Management factors affecting size and structure of soil *Fusarium* communities under irrigated maize in Australia. *Applied Soil Ecology*, v.39, n.2, p. 201–209.

ZORZETE, Patricia, *et al.* Relative populations and toxin production by *Aspergillus flavus* and *Fusarium verticillioides* in artificially inoculated corn at various stages of development under field conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Oxford, v. 88, n. 1, p. 48-55, 2008.