

DESAFIOS NA UTILIZAÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS NA AMAZÔNIA

CHALLENGES IN THE USE OF BIOLOGICAL CONTROL OF PLANT DISEASES IN THE AMAZON

Conceição Paula Bandeira Rufino^{1*}, Cleyton da Silva Araújo¹, Sônia Regina Nogueira²

1. Mestrando em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia pela Universidade Federal do Acre;
2. Pesquisadora da Embrapa Acre.

*Autor correspondente: paula_rufyno@hotmail.com

Recebido: 31/10/2017; Aceito:05/03/2018

RESUMO:

Embora os pesticidas químicos sejam usados com sucesso na agricultura, o uso indiscriminado pode causar problemas de contaminação ou geração de resíduos em ambientes e alimentos. A adoção de métodos visando o controle biológico de pragas e doenças deve ser incentivada a fim de minimizar danos reais e potenciais. São diversas as estratégias utilizadas com esta finalidade, como o uso de substâncias extraídas de plantas e o uso de microrganismos antagonistas. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica dos trabalhos publicados por instituições de ensino e pesquisa da Amazônia no período de 2012 a 2017 sobre a utilização do controle biológico de doenças, a fim de que fossem verificadas sua efetividade e conhecidos os eventuais desafios para o incremento na sua adoção. Os resultados mostraram que o estado do Tocantins foi o que mais publicou estudos relativos ao controle biológico neste período, sendo relatados trabalhos com a utilização de extrato vegetal de citronela, capim-limão, erva-cidreira, hortelã-pimenta, negramina, eucalipto, mastruz e noni, no controle de fungos como *Pyricularia grisea*, *Didymella bryoniae*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. A pesquisa revelou poucas publicações nos demais estados da região, sendo que a maioria foi realizado com extratos vegetais. Durante o levantamento pôde-se entender que existem problemas relativos à legislação para a realização de pesquisas e utilização da biodiversidade da Amazônia nestes estudos. Excesso de burocracias e falta de normatização contribuem negativamente para o desenvolvimento de estudos e obtenção de resultados, dificultando a geração de alternativas eficientes no controle de doenças na Amazônia.

Palavras-chaves: Biocontrole; Antagonismo; Extrato vegetal.

ABSTRACT:

Although chemical pesticides are used successfully in agriculture, indiscriminate use can cause problems of contamination or generation of residue in environments and food. The adoption of methods for biological control of pests and diseases should be encouraged in order to minimize actual and potential damage. There are several strategies used for this purpose, such as the use of substances extracted from plants and the use of antagonistic microorganisms. The objective of this work was to carry out a bibliographic review of the works published by teaching and research institutions from the Amazon during the period from 2012 to 2017 on the use of biological control of diseases in order to verify their effectiveness and the possible challenges for the increase of adoption. The results showed that the state of Tocantins was the one that most published studies on the biological control in this period, being reported works with the use of citronella, lemongrass, lemon balm, peppermint, negramin, eucalyptus, mastruz and noni, in the control of fungi such as *Pyricularia grisea*, *Didymella bryoniae*, *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*. The research revealed few publications in the other states of the region, most of which were carried out with plant extracts. During the survey it was possible to understand that there are problems regarding the legislation to carry out research and use of Amazonian biodiversity in these studies. Excessive bureaucracy and lack of standardization contribute negatively to the development of studies and results, hindering the generation of efficient alternatives to control diseases in the Amazon.

Keywords: Biocontrol; Antagonism; Vegetable extract.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, com tantas tecnologias de melhoramento genético e métodos de manejo de doenças de plantas ocasionados por fungos, bactérias, vírus, nematoides e protozoários, os quais representam grandes problemas para agricultura, notadamente, no que tange à produção de alimentos, é latente a enorme preocupação da sociedade no que diz respeito aos impactos ambientais decorrentes dos manejos adotados na agricultura. Tais ações, quase sempre, resultam em contaminações decorrentes do uso inadequado de meios de controle, essencialmente químicos, e que vêm causando problemas no

âmbito do mundo agrícola, o que compromete alguns segmentos ou setores do mercado agrícola que, por conseguinte, visam à aquisição de produtos diferenciados ou de boa qualidade [1].

Diante disto, torna-se necessária a busca de métodos alternativos de controle de fitopatógenos [2], dentre os quais a utilização de agentes microbianos e extratos vegetais que apresentem efeito antagonista e de controle dos patógenos, em razão dos efeitos positivos, da sustentabilidade ambiental e da diminuição dos riscos à saúde humana [3]. Normalmente, o controle biológico oferece vantagens ao uso de métodos convencionais de controle como menor custo, facilidade de

aplicação, transformação ou recuperação de solos contaminados, além de não deixarem resíduos no ambiente, como fazem muitos produtos químicos [4,5].

Destaque-se a importância do uso do biocontrole a boa eficiência na redução da quantidade e na viabilidade do inóculo de microrganismos fitopatogênicos e na atividade determinante da doença provocada pelo um patógeno [6]. Tal importância decorre do fato de que os microrganismos antagonistas têm a capacidade de fixação em ambientes diferentes daquele em que foram isolados, se estabelecendo e parasitando o patógeno com certa facilidade [7].

Segundo Pacheco [7], os mecanismos de ação para o biocontrole, baseiam-se nas relações antagônicas entre o agente de controle e os fitopatógenos, tais como competição, predação, mutualismo, parasitismo e indução de resistência na planta hospedeira.

De acordo com Torres & Michereff [8], para a aplicação do biocontrole é de suma importância conhecer todas as propriedades sobre o patógeno, principalmente em relação ao habitat e preferência de ataque ao hospedeiro. O estado vegetativo da planta hospedeira, também é determinante no sucesso de sua utilização.

Outro exemplo de método biológico para controle de doenças de plantas encontra-se na utilização de extratos vegetais e/ou

óleos essenciais, os quais têm sido relatados como agentes fungicidas [9]. Assim, a utilização de produtos naturais, a partir de plantas nativas e/ou medicinais, a exemplo de extratos vegetais, possibilita a obtenção de algumas substâncias capazes de controlar e/ou inibir o desenvolvimento dos fungos patogênicos [10-13].

Segundo Francisco [14], os produtos naturais de plantas podem apresentar ação antimicrobiana, atuando sobre o patógeno; funcionar como indutores de resistência, ativando os mecanismos de defesa da planta através de moléculas bioativas e/ou atuarem como bioestimulantes do crescimento da planta.

Apesar do grande número de pesquisas que materializam a eficiência dos agentes de biocontrole no manejo de diversos problemas fitossanitários, poucos são comercializados atualmente [15]. Ressalta-se que em face às dificuldades relativas aos respectivos registros dos produtos para o controle biológico nos Órgãos ambientais, estes, seguem os mesmos protocolos ou padrões dos agrotóxicos, os quais são disciplinados pela lei federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989 e Decreto nº 4.074, de 4 de Janeiro de 2002, o que dificulta sobremaneira seu registro e conseqüentemente a disponibilização de produtos [16-17].

Ainda nesse contexto, outro ponto a ser considerado, diz-se respeito à legislação dos produtos biológicos ou naturais,

especialmente em relação as suas vendas ou comercializações, o que obrigatoriamente deve ser efetivada dentro dos mandamentos inseridos no marco regulatório sobre o Acesso ao Patrimônio Genético, objeto da lei federal nº 13.123, de 20 de maio de 2015, que insere no seu texto os produtos de natureza biológica, uma vez que se tratam de uso e exploração da biodiversidade para fins de pesquisa e comercialização [18]. Segundo Paula Júnior [19], o órgão responsável por deliberar a normatização ao Acesso o Patrimônio genético é o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

De maneira geral, o uso de fungicidas naturais à base de microrganismos e extratos vegetais e/ou óleos essenciais são extremamente importantes para a agricultura, por quanto têm, nas suas essências, compostos biodegradáveis que contribuem para a sustentabilidade ambiental, conseqüentemente baixo risco à saúde humana. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico, decorrente de estudos realizados e publicados no período de 2012 a 2017, os quais evidenciam ou materializam os desafios para o controle biológico na Região Amazônica, direcionados para o agronegócio dentro de uma perspectiva promissora economicamente, porém sem prejuízo para a biodiversidade e/ou sustentabilidade ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo em questão caracterizou-se como sendo uma pesquisa do tipo descritiva, utilizando-se para tanto a metodologia científica denominada Revisão de Literatura, a qual teve como parâmetro a seleção de artigos científicos, nacionais e internacionais, bem como produções relativas a teses e dissertações.

Observe-se que no decorrer da referida coleta foram utilizadas as bases de dados Scielo - Scientific Electronic Library Online e Science Direct, mecanismos de busca dos Periódicos Capes e Google Acadêmico. Além disso, um dos filtros utilizados foi o ano de publicação, fazendo-se uma seleção das publicações que ocorreram entre 2012 a 2017, nos idiomas português, inglês e espanhol. Os materiais levantados na região amazônica foram lidos e selecionados de acordo com a relevância para essa discussão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o processo de levantamento bibliográfico foram encontrados 19 trabalhos compreendidos entre o intervalo de cinco anos de estudos (2012 a 2017), sendo quinze artigos e quatro dissertações de mestrado, conforme disposição constante na Tabela 1.

Tabela 1. Relação de trabalhos publicados utilizando-se microrganismos e extratos vegetais para o controle biológico de doenças de plantas na região amazônica (período 2012 a 2017).

| Título | Autores | Revista/link publicação | Ano | Estado |
|---|-------------------------|---|------|-------------|
| Controle da antracnose do maracujazeiro amarelo com aplicação de óleo de copaíba | Francisco [14] | http://www.ufac.br/ppga/menu/dissertacoes/dissertacoes-2/2010/wagner-de-moura-francisco.pdf | 2012 | Acre |
| Controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro- amarelo com aplicação de óleo de copaíba | Araújo Neto et al. [21] | http://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n2/v36n2a30.pdf | 2014 | Acre |
| Ação de óleos vegetais no controle de sigatoka-negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet) de bananeiras (<i>Musa</i> sp.), na região do alto Juruá, Acre | Nascimento et al. [22] | http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/acao%20de%20oleos%20vegetais.pdf | 2014 | Acre |
| Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatógenos | Silva et al. [23] | http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/841/1082 | 2012 | Amazonas |
| Manejo da podridão-de <i>Slerotium</i> em pimentão um argiloso no Amazonas | Coelho Neto et al. [15] | http://www.scielo.br/pdf/aa/v43n3/a07v43n3.pdf | 2013 | Amazonas |
| Composição fitoquímica e ação fungicida de extratos brutos de <i>Cinnamomum zeylanicum</i> sobre <i>Quambalaria eucalypti</i> | Gomes et al. [24] | https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/2308/v6n4p54-58.pdf | 2016 | Amapá |
| Efeito do extrato foliar de <i>Gossypium arboreum</i> L. (algodão) sob o crescimento micelial de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) Griffon & Maubl. | Vasconcelos et al. [25] | https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/2559/v7n1p38-44.pdf | 2017 | Amapá |
| Efeito de extratos aquosos de espécies de Asteraceae sobre <i>Meloidogyne incognita</i> | Ferreira et al. [26] | http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052013000100007 | 2013 | Maranhão |
| Ação antifúngica in vitro de isolados de <i>Bacillus</i> ssp. sobre <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> | Lima et al. [27] | https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2960/pdf_171 | 2014 | Maranhão |
| Ocorrência de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> , e uso de biopesticidas no controle de mancha | Tavanti et al. [28] | http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2014b/ocorrencia%20de%20pseudomonas.pdf | 2014 | Mato Grosso |

| | | | | | |
|---|----------------------------|---|------|-------------|--|
| angular na abobrinha “menina brasileira” | | | | | |
| Atividade antagônica a microrganismos patogênicos por bactérias endofíticas isoladas de <i>Echinodorus scaber</i> Rataj | Souza et al. [29] | http://www.scielo.br/pdf/sp/v41n3/0100-5405-sp-41-3-0229.pdf | 2015 | Mato Grosso | |
| Extrato etanólico de própolis no controle da cercosporiose e no desenvolvimento de mudas de cafeeiro | Pereira et al. [30] | http://abaagroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/12872/8866 | 2013 | Rondônia | |
| Atividade antifúngica do extrato etanólico dos frutos de <i>Solanum grandiflorum</i> sobre <i>Rhizoctonia solani</i> in vitro | Lima e Ferreira Neto [31] | http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/2717/2232 | 2014 | Rondônia | |
| Identificação e utilização de <i>Trichoderma</i> spp. armazenados e nativos no biocontrole de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | Silva et al. [32] | http://www.scielo.br/pdf/rcaat/v28n4/1983-2125-rcaat-28-04-00033.pdf | 2015 | Roraima | |
| Resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e <i>Trichoderma</i> sp. no cerrado, Gurupi, TO | Chagas Junior et al. [33] | http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1279/1258 | 2012 | Tocantins | |
| Efeito de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos | Sarmiento-Brum [9] | http://www.uft.edu.br/producaovegetal/dissertacoes/R%C3%9ABIA%20BORGES%20CRUZ%20SARMENTO%20BRUM.pdf | 2012 | Tocantins | |
| Efeito de óleos vegetais na inibição do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos | Sarmiento-Brum et al. [34] | file:///C:/Users/2207389-pc/Downloads/732-1-2785-1-10-20140501.pdf | 2014 | Tocantins | |
| Bioprospecção de óleos e de fungos endofíticos com potencial antifúngico | Arruda [35] | http://www.uft.edu.br/biotecnologia/dissertacoes/EVILANNA-LIMA-ARRUDA.pdf | 2014 | Tocantins | |
| Caracterização morfológica, molecular e controle alternativo da ferrugem da teca (<i>Olivea neotectonae</i>) com óleos essenciais | Osorio [36] | http://www.uft.edu.br/producaovegetal/dissertacoes/PEDRO%20RAYMUNDO%20ARGUELLES%20OSORIO.pdf | 2016 | Tocantins | |

Dentre os 19 trabalhos, 4 estudos foram realizados utilizando-se microrganismos e 15 usando extratos vegetais para o controle biológico de doenças de

plantas. A predominância do uso de extratos vegetais pode ser atribuída a grande diversidade de plantas existentes na Amazônia para a produção de fungicidas

botânicos. O Ministério do Meio Ambiente [20] salienta que as pesquisas brasileiras vêm tomando repercussão internacional sobre o desenvolvimento de biotecnologias, principalmente na agricultura, por gerarem riquezas através do uso adequado de componentes da biodiversidade.

No estado do Tocantins, encontrou mais estudos com controles biológicos, relacionados a óleos essenciais de diversas culturas vegetais sobre os patógenos. Sarmiento-Brum [9], avaliou diferentes

concentrações do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) sobre o fungo *Rhizoctonia solani*, em diferentes métodos de fungitoxicidade *in vitro* (Tabela 2). O trabalho constatou que a concentração 0,25 $\mu\text{L mL}^{-1}$ do óleo puro, distribuído na superfície do meio de cultura, foi mais eficiente na redução do diâmetro micelial do fungo, tendo a taxa de crescimento micelial de 9,02 mm no primeiro dia, atingindo 79,77 mm na última época de avaliação.

Tabela 2. Resultados obtidos a partir dos trabalhos publicados no período de 2012 a 2017, com aplicação de microrganismos e extratos vegetais em doenças de plantas na região amazônica.

| Planta hospedeira | Patógeno alvo | Método de controle | Atividades |
|--|---|--|---|
| Maracujá amarelo | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> | Óleo resina de copaíba | Inibe o crescimento do fungo |
| Maracujá amarelo | <i>C. gloeosporioides</i> | Óleo resina de Copaíba | Inibição do crescimento do fungo |
| Bananeiras (<i>Musa</i> sp.) - Sigatoka-negra (<i>Mycospharella fijiensis morelet</i>) | Sigatoka-negra (<i>Mycospharella fijiensis Morelet</i>) | Óleo de <i>Astrocaryum ulei</i> (murmuru) | Efeito inibidor do crescimento do micelial |
| Mamão Quiabeiro Arroz primavera | <i>C. gloeosporioides</i> <i>Fusarium oxysporum</i> , f. sp <i>vasinfectum</i> e <i>Pyricularia oryzae</i> | Extrato cravo-da-índia | Controlou o crescimento micelial dos fungos |
| Podridão-de-pimentão | <i>Sclerotium rolfii</i> | <i>Thichoderma harzianum</i> | Diminuição da incidência da podridão |
| Composição fitoquímica e ação fungicida de extratos brutos de <i>Cinnamomum zeylanicum</i> (caneleira) | <i>Quambalaria eucalypti</i> | Extrato bruto da planta <i>C. zeylanicum</i> | O extrato é uma alternativa de controle promissora para <i>Q. eucalypti</i> |
| <i>Gossypium arboreum</i> (algodão) | <i>Lasiodiplodia theobromae</i> | Extrato foliar <i>G. arboreum</i> | Induziu o crescimento micelial do fungo. |
| Tomateiro | <i>Meloidogyne incognita</i> | Extratos aquosos Vedélia, Erva-de-touro, Girassol mexicano, Cravo-defunto, Botão | Todos os extratos inibiram a redução da eclosão de juvenis de <i>M. incognita</i> |

| de ouro e Zínea. | | | |
|--|--|--|---|
| <i>Bacillus</i> sp. e <i>B.cereus</i> | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i> | <i>Bacillus</i> spp. | As bactérias são capazes de inibir o fungo fusariose |
| Abobrinha | <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Lachrymans</i> | Extratos vegetais de pimenta Malagueta e Longa | Inibiram o crescimento bacteriano |
| Bactérias endofíticas isoladas de <i>Echinodorus scaber</i> (chapéu de couro) e inóculas em grãos de soja. | <i>C. lindemuthianum</i> , <i>C. gloeosporioides</i> , <i>C. cassiicola</i> , <i>F. solani</i> e <i>Microsporium canis</i> . | <i>Bacillus</i> sp e <i>B. subtilis</i> | As bactérias inibiram os desenvolvimentos dos fungos |
| Mudas de cafeeiro | Cercosporiose | Extrato etanólico própolis (EEP) | Houve redução na incidência da cercosporiose com aplicação de EEP |
| <i>Solanum grandiflorum</i> | <i>Rhizoctonia solani</i> | Extrato etanólico do frutos de <i>Solanum grandiflorum</i> | Inibiu o crescimento do fungo |
| Alface | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | <i>Trichoderma</i> spp. | Redução do crescimento micelial do fungo; <i>Trichoderma</i> spp. promoveu crescimento das plântulas de alface. |
| Feijão-caupi | - | Inoculação com rizóbio e <i>Trichoderma</i> sp. | Aumento da biomassa, ter de nutriente e produtividade. |
| Fungitoxicidade | <i>R.solani</i> | Óleo essencial puro de citronela | Eficiente na inibição do crescimento micelial do fungo. |
| Fungitoxicidade | <i>Pyricularia grisea</i> , <i>Didymella bryoniae</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> e <i>Sclerotium rolfisii</i> | Óleo essencial capim-limão, Erva-cidreira e Hortelã-pimenta. | O capim-limão inibiu o desenvolvimento dos fungos; Hortelã-pimenta e erva-cidreira potencial de alternativa fungicida. |
| Fungitoxicidade | <i>R. solani</i> e <i>Sclerotium rolfisii</i> . | Óleo essenciais de <i>Siparuna guianensis</i> e <i>Eucalyptus globulus</i> . | <i>E. globulus</i> inibiu o crescimento micelial do <i>R. solani</i> . <i>S. guianensis</i> reduziram o crescimento dos <i>R. solani</i> e <i>Sclerotium rolfisii</i> . |
| Teca | Ferrugem (urdiniósporos de <i>Olivea neotectonae</i>) | Óleos essenciais de capim-limão, mastruz e noni. | Inibiram 100% a germinação de urdiniósporos de <i>Olivea neotectonae</i> ; O óleo capim-limão e noni em mudas de teca teve eficiência ao combate da ferrugem. |

Sarmento-Brum et al. [34] observaram que o óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) na concentração 1,5µL mL⁻¹ demonstraram efeito inibitório sobre os fungos *D. bryoniae*, *P. grisea*, *R. solani* e *S. rolfisii*. Já os óleos essenciais de

hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), erva-cidreira (*Lippia alba*) e citronela (*Cymbopogon nardus*) também apresentam potencial como alternativa aos fungicidas sintéticos aplicados para o controle de *P. grisea*, *R. solani* e *S. rolfisii* na mesma

concentração acima, indicando bom potencial de controle alternativo destes fungos e perspectiva para utilização em futuros estudos.

Arruda [35] relata que o óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) teve efeito fungicida em doses acima de $1,0 \mu\text{L.mL}^{-1}$ inibindo o crescimento total dos fitopatógenos *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. E já o óleo de negramina (*Siparuna guianensis*), nas concentrações de $1,5 \mu\text{L.mL}^{-1}$ e $2,0 \mu\text{L.mL}^{-1}$, tendo o sucesso de inibição totalmente do crescimento micelial dos fitopatógenos.

Osorio et al. [36] estudou o controle alternativo da ferrugem da Teca (*Tectona grandis*), causada por *Olivea neotectonae*, com óleos essenciais e verificaram que os óleos essenciais de noni e capim-limão inibiram 100% da germinação dos urediniósporos deste patógeno, a partir das concentrações de 2 e $4 \mu\text{L mL}^{-1}$.

Em estudos realizados no estado de Tocantins foram verificadas altas frequências na ocorrência de doenças causadas por *R. solani* e *S. rolfsii*, sendo estes os patógenos predominantes em diversas espécies agrícolas na Amazônia.

Os estados da região amazônica (Acre, Amazônia, Amapá, Maranhão, Mato Grosso e Rondônia) apresentaram a mesma quantidade de estudos publicados com controle biológico neste período. O estado de Roraima teve publicado, nos últimos 5 anos, apenas 1

artigo. No estado do Para não foram encontradas pesquisas publicadas com este foco, entre 2012 a 2015.

No estado do Acre, foram localizados estudos de controle da antracnose do maracujazeiro amarelo com aplicação de óleo resina de copaíba em diferentes concentrações, constatando-se que a melhor dose, $1,5 \text{ mL.L}^{-1}$, inibiu o crescimento do fungo *C. gloeosporioides in vitro*, com redução de 72,97% do diâmetro da colônia do fungo [14]. Araújo Neto et al. [21] também estudaram o controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro-amarelo com aplicação de óleo de resina de copaíba, a qual a melhor dose de $1,5 \text{ mL.L}^{-1}$, reduzindo 97,1% a área da colônia do *C. gloeosporioides*. Nos dois trabalhos os autores usaram as mesmas concentrações do óleo, indicando que é a melhor dose para inibir o crescimento micelial deste fungo.

No mesmo estado, conforme a Tabela 2, os estudos evidenciaram que a ação de óleo vegetal de murmurú (*Astrocaryum ulei*), no controle de sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) de bananeiras (*musa* sp.) apresentou efeito inibidor do crescimento micelial do fungo em todas as concentrações testadas, sendo que a houve destaque para a concentração de $1000 \mu\text{L/mL}^{-1}$, visto que houve uma maior porcentagem de inibição do fungo [22], quando comparada as demais.

No estado do Amazonas Silva et al. [23] trabalharam com o extrato aquoso de cravo-da-índia para o controle de doenças em diferentes patossistemas como antracnose em mamoeiro (*C. gloeosporioides*), fusariose em quiabeiro (*F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*), e brusone em arroz (*P. oryzae*). Os autores relataram que, na dose de 20%, o extrato controlou 100% do crescimento micelial de todos os fungos fitopatogênicos, destacando-se a importância na realização destes estudos devido principalmente aos elevados danos econômicos causados por estes na agricultura.

Coelho Neto et al. [15], no estado do Amazonas trabalhou com podridão-de-esclerotim em pimentão, causado por *Sclerotium rolfsii*, em área com solo argiloso e de ocorrência da doença. O tratamento para o controle foi realizado com adição de *Trichoderma harzianum* na concentração de 90g/cova, numa suspensão contendo $1,4 \times 10^9$ conídios g^{-1} . Os autores relataram que nesta dose houve um efeito significativo na diminuição da incidência da podridão. Salientando-se que o controle biológico desta doença, utilizando-se o agente de biocontrole, *T. harzianum*, apresentou grande capacidade de inibição do crescimento micelial e da produção de escleródios de *S. rolfsii*.

No estado do Amapá, foram feitos estudos para se avaliar o efeito do extrato bruto de *Cinnamomum zeylanicum* (caneleira)

sobre *Quambalaria eucalypti*, agente etiológico da mancha foliar e do anelamento da haste de *Eucalyptus* spp., no Brasil. As concentrações testadas foram de 5, 10 e 20 mg. mL^{-1} . Os resultados indicaram que quanto maior a concentração do extrato bruto, maior foi sua atividade antifúngica sobre os isolados de *Q. eucalypti*, atuando na inibição do crescimento micelial do fungo [24]. Os resultados oferecem bom potencial para futuros estudos.

Vasconcelos et al. [25] avaliaram o efeito do extrato foliar de *Gossypium arboreum* L. (algodoeiro) sobre o crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae*. Neste trabalho, o extrato bruto etanólico das folhas do algodoeiro não apresentou atividade antifúngica, *in vitro*, sobre o crescimento micelial do fungo nas concentrações avaliadas (5, 10 e 20 $mg.mL^{-1}$). No entanto, vale salientar que devem ser realizados outros estudos, com dosagens maiores, para verificar a possibilidade de o extrato ter efeito positivo na redução do crescimento micelial do fungo estudado na pesquisa.

Ferreira et al. [26], estudaram, no estado do Maranhão, o efeito de extratos aquosos de espécies de Asteraceae sobre nematoides *Meloidogyne incognita*. Observou-se no ensaio *in vitro* que todos os extratos, erva-de-touro (89,96%), cravo-de-defunto (91,13%), girassol mexicano

(92,48%), vedélia (92,72%), botão de ouro (93,2%) e zínia (97,48%) foram eficientes na redução da eclosão de juvenis de *M. incognita* quando comparados à testemunha. Também realizou-se o teste *in vivo*, mas não foram observados efeitos de controle da população dos nematoides no sistema radicular dos tomateiros tratados.

Também no estado do Maranhão, Lima et al. [27], investigaram a ação antifúngica, *in vitro*, de isolados de *Bacillus pumilus*, *B. cereus*, *B. pentothenticus* e *Bacillus* sp., sobre os fungos *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Os resultados indicaram que duas linhagens de *Bacillus* sp e *B. cereus* demonstraram efeito antibiótico capaz de inibir o crescimento micelial de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* em 67,88 e 57,66 %, respectivamente. Os autores sugerem para futuras pesquisas a possibilidade da utilização de bactérias do gênero *Bacillus* no combate à fusariose.

No estado do Mato Grosso, Tavanti et al. [28] estudaram a ocorrência de *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, e uso de biopesticidas no controle de mancha angular na abobrinha. Os autores, utilizaram diferentes concentrações (100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 e 10000 ppm) de extratos vegetais de bulbilho de alho (*Allium sativu.*), cebola (*Allium cepa*) e frutos de pimenta bode vermelha (*Capsicum chinense*), pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) e pimenta

longa (*Piper hispidinervum*). As melhores concentrações usadas foram aquelas superiores a 5000 ppm, demonstrando que os extratos aquosos da pimenta malagueta e da pimenta longa inibiram significativamente o crescimento bacteriano, apresentando um potencial para o controle da mancha bacteriana nesta cultura.

Souza et al. [29], no estado de Mato Grosso, pesquisaram a atividade antagonica a microrganismos patogênicos por bactérias endofíticas, isoladas de *Echinodorus scaber* Rataj. Foram usadas neste estudo 113 bactérias e as linhagens de *Bacillus* sp. e *B. subtilis* demonstraram potencial antagonico a cinco espécies de fungos patogênicos, sendo *Colletotrichum lindemuthianum*, *C. gloeosporioides*, *C. cassiicola*, *Fusarium Solani* e *Microsporum canis*. Os autores constataram, na avaliação *in vitro*, a redução de aproximadamente 100% do crescimento micelial dos fungos em grãos de soja, constituindo-se uma excelente ferramenta de controle biológico.

No estado de Rondônia, Pereira et al. [30] estudaram o efeito do extrato etanólico de própolis (EEP) no controle da cercosporiose e no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em diferentes concentrações. Verificou-se que houve redução na curva de progresso da doença quando utilizou-se as concentrações 1,0; 1,5 e 2,0% de EEP,

resultando em redução na incidência da doença.

Lima & Ferreira Neto [31], avaliaram a atividade antifúngica do extrato etanólico dos frutos de *Solanum grandiflorum* sobre *Rhizoctonia solani in vitro* e verificaram o crescimento do fungo, a cada 24 horas, durante seis dias com duração de 144 horas, medindo-se ao final do período o diâmetro das colônias. O extrato etanólico dos frutos de *S. grandiflorum* apresentou inibição no crescimento do fungo *R. solani*. Esses resultados, demonstraram claramente que os frutos de *S. grandiflorum* apresentaram importantes atividades fungicidas sobre *R. solani*, sugerindo seu potencial no controle deste microrganismo.

A pesquisa bibliográfica aqui realizada, relacionada ao estado de Roraima, nos últimos 5 anos, materializaram apenas uma produção científica, evidenciando, dessa forma, poucos estudos de controle biológico naquele estado.

Silva et al. [32] verificaram a utilização de *Trichoderma* spp., armazenados e nativos, no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum*. Os isolados nativos do gênero *Trichoderma* identificados pertencem às espécies *T. koningiopsis* e *T. asperellum* e os de armazenamentos foram *T. aureoviride*, *T. koningiopsis*, *T. harzianum* e *Trichoderma asperellum*. Neste trabalho todos os isolados de *Trichoderma* spp. utilizados foram eficazes

na redução do crescimento micelial de *S. sclerotiorum in vitro*. Além disso, os isolados foram eficientes no controle de *S. sclerotiorum*, proporcionando maiores porcentagens de sobrevivência de plântulas de alface microbiolizadas, os quais promoveram o crescimento de plântulas com mais vigor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, o número de trabalhos relacionados ao controle biológico publicados no período de 2012 a 2017 foi de 1.229. Entretanto, na região amazônica, neste mesmo período, foram apenas 19 trabalhos. Portanto, um longo caminho precisa ser percorrido para aproximação da média nacional, mesmo sabendo-se que a Região tem grande potencial para aumentar o volume de estudos e da disponibilização de resultados, tendo em vista principalmente o fato de que na Amazônia encontra-se uma das maiores a biodiversidades mundiais.

Dentre os estados pertencentes à Amazônia legal brasileira, foi constatado um volume maior de trabalhos referentes ao controle biológico de doenças de plantas no Tocantins.

Os estudos de biocontrole devem ser incentivados, assim como, sistemas e práticas de manejo integrado para os cultivos, que são

essenciais para sustentabilidade da produção agrícola.

Neste quesito, existem grandes problemas relacionados com o desenvolvimento de técnicas de controle biológico devido a limitações de recursos para pesquisas, falta de legislação que sensibilize, incentive e desburocratize seu uso, favorecendo a geração e apresentação de resultados e envolvendo um maior número de pesquisadores e instituições na oferta de práticas alternativas para o controle de pragas e doenças em plantas cultivadas.

As possibilidades na utilização do controle biológico ainda são pouco exploradas e muito diversas. Ainda são necessários grande número de estudos relacionados a utilização de biocontroladores, dada a vantagem de disponibilizarem alternativas ambiental, econômica e seguramente viáveis, ofertando novos direcionamentos para a produção agrícola nacional por meio do controle biológico, uma vez que estes métodos podem reduzir a utilização de métodos químicos, que com seu uso exagerado podem causar efeitos negativos à saúde humana e ao ambiente, além de possibilitarem o uso sustentável da biodiversidade Amazônica e brasileira, gerando riquezas à região e ao país.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MORANDI, M. A. B; BETTIOL, W. Interação se métodos biocompatíveis no manejo de doenças e pragas: experiências em plantas ornamentais e medicinais. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, p.31-34, 2008.

[2] AZEVEDO, J.L.; MACCHERONI JUNIOR, W.; PEREIRA, J.O.; ARAÚJO, W.L. Endophytic microorganisms: a review os insect control and recente advances os tropical plants. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v.3, p.40-65, 200.

[3] JUNG, L. F. **Fungos endofíticos de citros no controle biológico de *Phyllosticta citricarpa***. Curitiba, 2012. 123 f. Dissertação (Mestrado em Genética) - Programa de Pós-graduação em Genética. Universidade Federal do Paraná, 2012.

[4] SOARES, P. L. M. **Estudo do controle biológico de fitonematoides com fungos nematófagos**. 2006. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade De Ciências Agrárias E Veterinárias, Jaboticabal, 2006. Cap. 01.

[5] NUNES, H. T. **Agentes microbianos no controle de nematoides e fungos fitopatogênicos de soja e sua compatibilidade com agroquímicos**. 2008. 75 f. Tese (Doutorado) Curso de Microbiologia Agropecuária., Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2008.

[6] BRUM, L.E.B.; PRADA, A.; MEDEIROS, E. A. A.; AMARANTE, C.V.T. do. Temperatura, luminosidade e meio de cultura afetando a produção de esclerócios de *Sclerotium rolfsii* e *Sclerotinia sclrotiorum*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, n. 1, p. 1-7, 2002.

[7] PACHECO, K. R. **Avaliação de *Trichoderma* e de fosfito no controle de *Sclerotium rolfsii* agente da murcha-de-esclerócio em feijoeiro**. Brasília, 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012.

[8] TORRES, J. B.; MICHEREFF, S. J. (Ed.). **Desafios do manejo integrado de pragas e doenças**. Recife: S/ed, 2000.

- [9] SARMENTO-BRUM, R. B. C. **Efeito de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos**. Gurupi – TO. 2012, 135 f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Universidade Federal do Tocantins, 2012.
- [10] STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p. 45-62.
- [11] RODRIGUES, E.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. CRUZ, M. E. S.; TUTIDA-FIORI, A. C. G. Avaliação da atividade de extratos de gengibre e eucalipto *in vitro* e em fibras de bananeira infectadas com *Heminthosporim* sp. **Acta Scientiarum, Agronomy**. v.28, p.123-127, 2006.
- [12] BARREIRA-NECHA, L.L.; BATISTA-BANOS, S.; FLORES-MOCTEZUMA, H. E.; ESTUDILLO, A.R. Efficacy of essential oils on the conidial germination, growth of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz and Sacc and control of postharvest diseases in papaya (*Carioca papaya* L.) **Plant Pathology Journal**, v. 7, n. 2, p. 174-178, 2008.
- [13] BERNARDO, R.; SCHAWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; OLIVEIRA, J. S. B.; CRUZ, M. E. S.; MESQUINI, R. M. Atividade fungitóxica *in vitro* de extratos vegetais sobre o crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, n.2, p.89-93, 2015.
- [14] FRANCISCO, W. de M. **Controle da antracnose do maracujazeiro amarelo com aplicação de óleo de copaíba**. Rio Branco: UFAC, 2012. 40f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, 2012.
- [15] COELHO NETO, R. A; FERREIRA, A. A. B; NODA, H. Manejo da podridão-de-*Sclerotium* em pimentão em um argisolo no Amazonas. **Acta amazônica**, v. 43, n. 3, p. 315-322, 2013.
- [16] LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989. Artigos - 2º, I - II; 3º, § 5º e 13º. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm>. Acesso em 24 de Junho de 2017.
- [17] DECRETO Nº 4.074, DE 04 DE JANEIRO DE 2002. Artigos 1º (III e IV), 18º e 24º. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm. Acessado em 24 de Junho de 2017.
- [18] LEI Nº 13.123, DE 20 DE MAIO DE 2015, Artigos – 1º VI e 2ª VIII. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm>. Acesso em 24 de Junho de 2017.
- [19] PAULA JÚNIOR, T. J. de. et al. Regulamentação e uso de produtos à base de agentes biológicos para o controle de doenças de plantas e pragas no Brasil. **Informe-Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 276, p. 50-57, 2013.
- [20] MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2015. Biodiversidade brasileira. www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira. Acesso em Junho de 2015.
- [21] ARAÚJO NETO, S. E; FRANCISCO, W. M; ANDRADE NETO, R. C; LUSTOSA, C; RIBEIRO, S. A. L. Controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro amarelo com aplicação de óleo de copaíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 509 -514, Jun., 2014.
- [22] NASCIMENTO, G. O; FERREIRA, J. B; NASCIMENTO, L. O; ABREU, M. G. P; SOUZA, R.B. Ação de óleos vegetais no controle de sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) de bananeiras (*Musa sp.*), na região do Alto Juruá, Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n.19, p.15, 2014.
- [23] SILVA, J. L; TEIXEIRA, R. N. V; SANTOS, D. I. P; JONAS, O. P. Atividade Antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatogênicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN, v. 7, n. 1, p. 80-86, jan./mar., 2012.
- [24] GOMES, E.M.C; Pena, R. C. M; Almeida, S. S. M.S. Composição fitoquímica e ação fungicida

de extratos brutos de *Cinnamomum zeylanicum* sobre *Quambalaria eucalypti*. **Revista Unifap**. Macapá, v. 6, n. 4, p. 54-58, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>>. Acesso em: 03 jul. 2017.

[25] VASCONCELOS, C. C.; ISACKSSON, J. G. L.; SILVA, C. B.; CABRAL, N. L. L. A.; ALMEIDA, S. S. M. S.; PENA, R. C. M. Efeito do extrato foliar de *Gossypium arboreum* L. (algodão) sob o crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. **Revista Unifap**. Macapá, v. 7, n. 1, p. 38-44, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

[26] FERREIRA, I.C.M.; SILVA, G.S.; NASCIMENTO, F.S. Efeito de extratos aquosos de espécies de Asteraceae sobre *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.1, p.40-44, 2013.

[27] LIMA, O. D. R.; OLIVEIRA, L. J. M. G.; SILVA, M. S. B. S.; RODRIGUES, A. A. C. Ação antifúngica in vitro de isolados de *Bacillus* sp. sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. **Revista caatinga**. Mossoró – RN. Vol. 27, n. 4, p. 57-64, 2014.

[28] TAVANTI, R. T.; TAKESHITA, V.; OLIVEIRA, F.F.; RIBEIRO, L. F. C. Ocorrência de *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*, e uso de biopesticidas no controle de mancha angular na abrobinha – “menina brasileira”. **Agrarian academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 1, n. 02, 2014.

[29] SOUZA, R.D.; MENDONÇA, E.A.F., SOARES, M.A.. Atividade antagonista a microrganismos patogênicos por bactérias endofíticas isoladas de *Echinodorus scaber* Rataj. **Summa Phytopathologica**, v.41, n.3, p.229-232, 2015.

[30] PEREIRA, C. S.; SOUZA, F. L. F. ; GODOY, C. A. Extrato etanólico de própolis no controle da cercosporiose e no desenvolvimento de mudas de cafeeiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n.1, p. 170-178, 2013

[31] LIMA, A. L. FERREIRA NETO, M. Atividade antifúngica do extrato etanólico dos frutos de *Solanum grandiflorum* sobre

Rhizoctonia solani in vitro. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 7, n. 1, p. 103-108, 2014.

[32] SILVA, G. B. P.; HECKLER, L. I.; SANTOS, R. F.; DURIGON, M. R. BLUME, E. Identificação e utilização de *Trichoderma* spp. Armazenados e Nativos no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Caatinga**, Mossoró – RN, v. 28, n. 4, p. 33–42, out./dez., 2015.

[33] CHAGAS JUNIOR, A. F.; GIL SANTOS, R.; REIS, H. B.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* sp. no cerrado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN, v. 7, n. 2, p. 242-249, 2012.

[34] SARMENTO-BRUM, R. B. C.; CASTRO, H. G.; SILVA, M. L.; SARMENTO, R. A.; NASCIMENTO, I. R.; SANTOS, G. R. Efeito de óleos vegetais na inibição do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. V. 6, n. 1, p. 63-70, fev. 2014.

[35] ARRUDA, E. L. **Bioprospecção de óleos e de fungos endofíticos com potencial antifúngico**. Palmas, 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado em controle biológico) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal do Tocantins, 2014.

[36] OSORIO, P. R. A. **Caracterização morfológica, molecular e controle alternativo da ferrugem da teca (*Olivea neotectonae*) com óleos essenciais**. 2016. 125f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) - Programa de Pós- Graduação em produção vegetal, Universidade Federal do Tocantins, 2016.