

CONTROLE DE PATÓGENOS DO CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.) POR FUNGOS ENDOFÍTICOS DOS GÊNEROS *Trichoderma* E *Clonostachys*

CONTROL OF COCOA PLANT (*Theobroma cacao* L.) PATHOGENS BY FUNGAL ENDOPHYTES FROM GENERA *Trichoderma* AND *Clonostachys*

ADRIANO OLIVEIRA AMORIM¹, RAVELY CASAROTTI ORLANDELLI², JOÃO ALENCAR PAMPHILE^{3*}

¹ Especialista em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá/PR.

² Docente do Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Paranavaí/PR.

³ Docente do Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá/PR.

* Avenida Colombo, nº5790, Jardim Universitário, Maringá, Paraná, Brasil, CEP: 87020-900. E-mail: prof.pamphile@gmail.com.

RESUMO

Endófitos são micro-organismos que colonizam o interior das plantas, sem lhes causar prejuízos, sendo que essa colonização pode ser vista por microscopia de luz ou eletrônica. Frequentemente, fungos endofíticos produzem substâncias que aumentam a capacidade de defesa contra patógenos em condições ambientais adversas tanto para si como para o hospedeiro. Nesse contexto, esses fungos apresentam um elevado potencial biotecnológico para o controle de fitopatógenos em cultivos agrícolas, pois são capazes de produzir metabólitos secundários que beneficiam seus hospedeiros de diversas maneiras. Doenças de origem fúngica são responsáveis por elevadas perdas na produção de cacau, além de reduzir áreas plantadas no Brasil e Américas Central e do Sul. Este artigo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre o potencial de fungos endofíticos para o controle de *Moniliophthora perniciosa* e *Moniliophthora roreri*, fitopatógenos causadores da vassoura-de-bruxa e monilíase do cacaueiro, respectivamente. A revisão de literatura consistiu na busca de artigos em periódicos nacionais e internacionais, em bases de dados e sites especializados (Google Acadêmico, SciELO, *Web of Science* e Portal de Periódicos da CAPES); além de buscas em acervos científicos: livros, dissertações e teses. A literatura analisada mostrou que os agentes de biocontrole dos gêneros *Trichoderma* e *Clonostachys*, os quais atuam por diversos mecanismos, entre eles o micoparasitismo, são eficientes ferramentas para o controle desses patógenos.

Palavras-chave: Cacau. Controle biológico. Endófitos. Monilíase. Vassoura-de-bruxa.

ABSTRACT

Endophytes are microorganisms that colonize the interior of plants without causing any damage, and this colonization can be observed by light or electron microscopy. Frequently, endophytic fungi produce substances that increase the defense against pathogens under adverse environmental conditions for both themselves and for the host. In this context, these fungi have a high biotechnological potential for the control of phytopathogens in agricultural crops, as they are capable of producing secondary metabolites that benefit their hosts in several ways. Fungal diseases are responsible

for high losses in cocoa production, in addition to reducing planted areas in Brazil and Central and South America. This study conducted a literature review on the potential of endophytic fungi for the control of *Moniliophthora perniciosa* and *Moniliophthora roreri*, phytopathogens that cause Witches' broom disease and, respectively, in cocoa tree. The literature review consisted of searching Brazilian and international articles in databases and specialized sites (Google Scholar, SciELO, Web of Science and Portal de Periódicos da CAPES); and, also books, dissertations and theses. The scientific literature showed that biocontrol agents from genera *Trichoderma* and *Clonostachys*, which act by several mechanisms, including the mycoparasitism, are efficient tools for the control of these pathogens.

Keywords: Biological control. Cocoa. Endophytes. Moniliasis. Witches' broom.

INTRODUÇÃO

Petrini (1991) definiu os micro-organismos endofíticos como aqueles que colonizam o interior de plantas, em pelo menos parte do seu ciclo de vida, sem lhes causar prejuízos, sendo que essa colonização pode ser vista por microscopia de luz ou eletrônica. Azevedo e Araújo (2007) ampliaram essa definição, considerando como endófitos aqueles, cultiváveis ou não, que habitam o interior vegetal sem causar prejuízo ao hospedeiro. Fungos endofíticos frequentemente produzem substâncias que aumentam a capacidade de defesa, tanto para si como para o hospedeiro (SILVA, 2017). Os benefícios obtidos pela planta hospedeira, resultantes das suas interações com os endófitos, tem sido tema de diversos estudos, incluindo aqueles sobre a produção de metabólitos secundários, que possuem propriedades de interesse (DAISY *et al.*, 2002).

De acordo com Ferraz *et al.* (2016), os endófitos são importantes produtores de metabólitos secundários, que são valiosos agentes na medicina e na agricultura, proporcionando uma série de benefícios a humanidade. Os compostos produzidos por fungos endofíticos, já descritos na literatura, podem ser agrupados em diversas categorias, incluindo: alcaloides, esteroides, terpenoides, isocumarinas, quinonas, fenilpropanoides, ligninas, fenol e ácidos fenólicos, metabólitos alifáticos, lactonas (OLIVEIRA *et al.*, 2015), entre outros produtos metabólicos com diferentes atividades biológicas, dentre as quais, podem-se destacar as atividades: antimicrobiana (ORLANDELLI *et al.*, 2015; POLONIO *et al.*, 2015), antiparasitária (MARTÍNEZ-LUIS *et al.*, 2012), antioxidante (WANG *et al.*, 2016), antidiabética (UZOR; OSADEBE; NWODO, 2017), citotóxica (ORLANDELLI *et al.*, 2017), aumento da resistência vegetal ao estresse hídrico (CHAPLA; BIASETTO; ARAUJO, 2013) e controle de pragas (LACAVA; AZEVEDO, 2014; ; RIBEIRO *et al.*, 2018).

O cacau é um produto nobre e tradicional da agricultura brasileira e o país se mantém como um importante produtor mesmo com a crise da lavoura cacauaieira que iniciou ainda na década de 1990 (LEITE, 2018). Doenças de origem fúngica são responsáveis por elevar perdas na produção de cacau, além de reduzir áreas plantadas no Brasil e Américas Central e do Sul. A lavoura cacauaieira é atingida por fitopatógenos em suas partes aéreas, como: os frutos sofrem deformações; as folhas tornam-se escuras e irregulares; ocorrem lesões nos caules, ramos jovens, tecidos meristemáticos e almofadas florais. Nesse contexto, é importante considerar, que endófitos apresentam uma elevada aplicação biotecnológica no controle de fitopatógenos em cultivos agrícolas, atuando como coadjuvantes nos processos metabólicos.

O presente artigo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica da literatura científica sobre a utilização de fungos endofíticos, dos gêneros *Trichoderma* e *Clonostachys*, com potencial para o controle dos principais patógenos do cacauero.

METODOLOGIA

A presente revisão narrativa de literatura consistiu na busca de artigos de periódicos nacionais e internacionais, em bases de dados e sites especializados (Google Acadêmico, SciELO, *Web of Science* e Portal de Periódicos da CAPES). Além de buscas em acervos científicos: livros, dissertações e teses. Foram utilizadas as palavras-chave: fungos endofíticos (*endophytic fungi*), cacauero (*cocoa plant*), controle biológico (*biological control*), *Moniliophthora perniciosa*, *Moniliophthora roreri*, vassoura-de-bruxa (*witch's broom*) e monilíase (*moniliasis*). O critério de inclusão considerou as publicações referentes ao controle biológico de fitopatógenos do cacauero por fungos endofíticos. Foram excluídos os estudos que não se referiam aos fitopatógenos *M. perniciosa* e *M. roreri*, bem como, estudos que se referiam ao controle biológico por endófitos não pertencentes aos gêneros *Trichoderma* e *Clonostachys*. Devido à especificidade do tema selecionado para a presente revisão, não houve delimitação do período de publicação para as referências pesquisadas.

DESENVOLVIMENTO

Cacaucultura

O cacauero (*Theobroma cacao* L.) é uma planta perenifolia e frutífera da família Malvaceae, nativa das florestas tropicais úmidas das Américas Central e do Sul, da qual obtém-se o cacau: o fruto utilizado como matéria-prima na produção do chocolate trata-se do ovário desenvolvido do cacauero. Essa planta foi inicialmente cultivada pelas civilizações Maias e Astecas, e era considerado sagrado e utilizado como moeda de troca. Também pelos Maias foram feitos os primeiros registros de uma bebida à base desse fruto, na região sul do México (MOREIRA, 2014). Atualmente, nas Américas, o cacauero está distribuído nos estados brasileiros do Espírito Santo, Bahia e Amazonas, ocorrendo até no México. Os principais países produtores do cacau são: Costa do Marfim, Gana, Nigéria e Camarões (África), Indonésia, Malásia, Papua Nova Guiné (Ásia/ Oceania), Brasil, Equador e Colômbia (América) (WORLD COCOA FOUNDATION, 2014).

No Brasil, essa espécie originou-se, provavelmente, nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco (MOREIRA, 2014). Primeiramente, o cultivo foi implantado no Estado do Pará; contudo, a cultura não obteve o êxito esperado nesta região e as sementes foram levadas para o Estado da Bahia, em 1746, que passou a ser o Estado com maior produção dessa cultura, com destaque para o município de Ilhéus/Bahia, que se tornou maior produtor (OLIVEIRA, 2016). A cultura do cacau foi até os anos finais da década de 1980, a principal fonte de atividade agrícola no litoral sul baiano. Na década de 1990 foram registradas elevadas e significativas quedas na produção de cacau.

Essas perdas são atribuídas principalmente à vassoura-de-bruxa, doença causada por *Moniliophthora perniciosa*. A infecção por esse fitopatógeno contamina ramos, frutos e flores, provocando até mesmo a morte do cacauero (MEINHARDT *et al.*, 2008). Além dessa espécie fúngica, *Moniliophthora roreri*, também se destaca por

ser capaz de reduzir drasticamente os rendimentos da produção do cacau (SUPERINTENDÊNCIA FEDERAL DE AGRICULTURA NO PARÁ, 2014).

A trajetória de expansão da cultura cacaueteira no Brasil é marcada por um fenômeno inesperado e que dizimou boa parte da produção e exportações brasileiras de cacau. Esse fenômeno ficou conhecido popularmente como vassoura-de-bruxa, que consiste num patógeno de grande poder destrutivo sobre os cacauais e que se instalou em 1989 no estado da Bahia, que sempre foi o maior produtor de cacau do Brasil (OLIVEIRA, 2016).

***Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Singer e *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.)**

Segundo os registros atuais da base de dados *Index Fungorum* (<http://www.indexfungorum.org/>), *M. perniciosa* e *M. roreri*, pertencem à seguinte classificação taxonômica: Família Marasmiaceae, Ordem Agaricales, Subclasse Agaricomycetidae, Classe Agaricomycetes, Subfilo Agaricomycotina, Filo Basidiomycota e Reino Fungi.

Anteriormente denominado como *Crinipellis perniciosa*, *M. perniciosa* habita partes aéreas de duas importantes culturas agrícolas no Brasil: o cacaueteiro e cupuaçuzeiro. A vassoura-de-bruxa destaca-se por seu potencial destrutivo da cacauicultura, sendo o *M. perniciosa*; portanto, o mais agressivo patógeno do cacaueteiro. Martin Neto, Galerani e Silva (2016) ressaltam que o agente causal vassoura-de-bruxa, que existia de forma endêmica na região Norte, de alguma forma proliferou-se pelo sul da Bahia e comprometeu seriamente a produção de cacau, levando os produtores à falência. Este problema ainda persiste atualmente e se caracteriza como um desafio aos pesquisadores da área e a indústria cacaueteira.

A vassoura-de-bruxa do cacaueteiro interfere nitidamente na qualidade dos frutos, amêndoas e na vigorosidade dos ramos, o que resulta consideravelmente na produção sadia dos frutos. A infecção pelo respectivo fungo libera toxinas e devido a essas substâncias, os ramos do cacau tornam-se secos e com aparência de uma vassoura velha. Os frutos restantes, pouco se desenvolvem e tornam-se inviáveis para o beneficiamento do cacau. Por esse motivo, esse fungo tornou-se a principal limitação à produção de cacau na América do Sul, parte da América Central e do Caribe (FRANCO, 2014).

Já a monilíase, causada por *M. roreri* (antes denominado *Monilia roreri*), é uma doença altamente invasiva que afeta apenas os frutos do cacaueteiro e cupuaçuzeiro. Embora, ainda sem ocorrência registrada no Brasil, encontra-se em países vizinhos como Peru, Colômbia e Venezuela. Como principal sintoma, essa doença causa lesões escuras na casca dos frutos e formação de grande quantidade de pó esbranquiçado aderido, devido à esporulação do fungo. Inclusive serve como ponto principal para distinguir as infecções por *M. roreri* ou por *M. perniciosa*. A doença pode acarretar uma perda de 50% a 100% da produção (SUPERINTENDÊNCIA FEDERAL DE AGRICULTURA NO PARÁ, 2014).

Fungos endofíticos como agentes de controle biológico

O termo controle biológico foi empregado pela primeira vez em 1919, pelo entomologista Harry Scott Smith, para designar o uso de inimigos naturais para o controle de insetos-praga (LARA, 2013). Hoje, a utilização desse termo está ampliada para toda e qualquer forma de controle por métodos naturais que empreguem organismos vivos. Já Gutiérrez-Ramírez *et al.* (2013), ressaltam o controle biológico como uma ferramenta de manejo integrado de pragas importante para a preservação ambiental e segurança alimentar.

Todos os seres vivos, sem distinção, apresentam pelo menos um inimigo natural; seja um fungo, bactéria, inseto entre outros. Nessa perspectiva, o biocontrole respeita a dinâmica das populações naturais, onde um organismo tem a capacidade de controlar outros organismos regulando sua população. O objetivo de introduzir um organismo (predador ou parasita) para o biocontrole é promover a competição por espaço e nutrientes, além da retirada de nutrientes da célula do hospedeiro a partir da ação micoparasitária do agente de controle.

Abreu, Rovida e Pamphile (2015) destacam que a vasta diversidade de fungos endofíticos, apresenta grande potencial para estudos de aplicações biotecnológicas, podendo ser utilizada no biocontrole, tanto pela secreção de metabólitos secundários quanto pela sua ação micoparasitária. Utilizando esses produtos metabólicos, obtêm-se alimentos livres de resíduos tóxicos de origem química e, conseqüentemente, se reduz o uso de agrotóxicos na lavoura.

A utilização desses organismos no controle biológico promove desde a redução e até a eliminação completa de outro organismo (DAISY *et al.*, 2002). Mejía *et al.* (2008) destacam que para ser empregado como agente de biocontrole, um endófito deve apresentar rápida colonização e bom índice de crescimento, combinados a produção de metabólitos com ação de antibiose.

Controle de *M. pernicioso* e *M. roreri* por *Trichoderma* e *Clonostachys*

O controle biológico mostra-se viável em programas de manejo integrado para o controle de patógenos da cultura do cacau, especialmente quando os agentes do biocontrole são fungos pertencentes aos gêneros *Trichoderma* e *Clonostachys*, os quais atuam por meio de diversos mecanismos, entre eles o micoparasitismo (MACHADO *et al.*, 2012).

Segundo Medeiros *et al.* (2010), fungos do gênero *Trichoderma* reduzem o crescimento, esporulação e propagação dos patógenos que afetam o cacau por meio do micoparasitismo direto. Já Samuels *et al.* (2006) isolaram as espécies *T. paucisporum* e *T. theobromicola* a partir de plantas de cacau, mostrando que esses endófitos produzem ácido nonanóico, que é capaz de inibir a germinação de esporos do fitopatógeno *M. roreri*, conforme testes *in vitro* e *in vivo* realizado por esses autores. O mecanismo de indução da resistência do cacau parece não estar envolvido no controle biológico de *M. pernicioso* pela espécie *T. stromaticum*, pois segundo descrito por Souza *et al.* (2008), a inoculação de endófitos dessa espécie em mudas de *T. cacao*, 30 dias antes da inoculação de *M. pernicioso*, não foi capaz de induzir resistência vegetal contra o patógeno.

Para Martínez, Infante e Reyes (2013), espécies de *Trichoderma* podem ter diferentes papéis na agricultura devido à sua versatilidade, adaptabilidade e fácil manipulação, como mostra o trabalho de revisão bibliográfica da literatura feito por esses autores. Porém, apesar da aplicabilidade de *Trichoderma* no controle biológico, há poucas formulações à base desse micro-organismo devidamente registradas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no Brasil. Um exemplo, é o biofungicida Tricovab® desenvolvido pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). Esse biofungicida, obtido a partir do fungo *Trichoderma stromaticum*, é comprovadamente eficaz quando diluído em água e pulverizado na plantação de cacau, sendo capaz de inibir a reprodução do fungo da vassoura-de-bruxa em até 99% no solo e em cerca de 57% na copa de cacau (CEPLAC, 2012). O produto foi certificado pelo MAPA e passou a ser comercializado no ano de 2013. Além disso, é importante destacar que pesquisas científicas já comprovaram a compatibilidade de espécies de *Trichoderma* com fungicidas

comerciais para um controle químico-biológico integrado. Por exemplo, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningiopsis*, *Trichoderma ovalisporum*, *Trichoderma koningiopsis* e *T. stromaticum* mostraram compatibilidade com os fungicidas Bankit® e Kocide® (YÉPEZ *et al.*, 2018); sendo também comprovada a compatibilidade de *T. harzianum* com Mancozeb®, Thiram®, Carboxin® e Propiconazole® (TOMER; SINGH; PRASAD, 2018).

Bastos (2011) ressalta que a atividade de controle exercida pelo gênero *Clonostachys* pode ser atribuída à determinada(s) substância(s) produzida(s), ou pela indução da resistência vegetal, impedindo o desenvolvimento da vassoura-de-bruxa do cacauero. Contudo, Bastos (2012) mostrou que o biocontrole com esse gênero fúngico pode reduzir a incidência da doença, porém, não elimina completamente o patógeno.

Rubini *et al.* (2005) destacaram que a espécie *Clonostachys rosea* (sinônimo de *Gliocladium catenulatum*) foi capaz de reduzir a incidência de *M. pernicioso* em até 70% em estudos conduzidos em casa de vegetação. Já Mejía *et al.* (2008) destacaram que um endófito dessa mesma espécie reduziu em 10% incidência de lesões em vagens de cacau causadas por *M. roreri* em ensaios *in vivo*.

Em um estudo conduzido por Oliveira, Assis e Leal (2014), a eficiência média de isolados de *Clonostachys* para o controle de *M. pernicioso* foi de aproximadamente 50%; sendo que, de modo geral, o micoparasitismo parece ter sido o mecanismo mais eficiente de antagonismo no controle biológico. Os autores destacaram que fungos desse gênero são agentes eficientes no biocontrole da vassoura-de-bruxa, principalmente por apresentarem habilidade para crescer endofiticamente em tecidos vegetais.

O uso combinado dos gêneros *Trichoderma* e *Clonostachys* poderia potencializar o controle da vassoura-de-bruxa e da monilíase, mas é necessário estudo para avaliar a interação entre eles em cultura. Como ambos apresentam boa colonização e crescimento rápido, podem competir por nutrientes, espaço intra e extracelular conferindo ao cultivar resistência ao patógeno. Nesse contexto, Krauss *et al.* (2013) relataram uma dominância de *Clonostachys* spp. sobre *Trichoderma* spp., o que poderia ser minimizado ajustado as concentrações de ambos os inóculos fúngicos para um uso combinado de ambos biocontroladores fúngicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle de fitopatógenos do cacauero por micro-organismos endofíticos tem demonstrado excelentes resultados; assim, o controle de pragas por endófitos destaca-se em contraposição ao controle químico, já que esse gera resíduos tóxicos, contaminação de plantas, solo e mananciais, apresenta alto risco à saúde do consumidor. É possível verificar inúmeros ganhos tanto econômicos quanto ambiental, com a utilização da microbiota fúngica endófito no manejo de *M. pernicioso* e *M. roreri*. Destaca-se, a partir da literatura levantada, a utilização de *Trichoderma* e *Clonostachys* como agentes biológicos para esse controle, o potencial antagonista aos fitopatógenos em discussão. Consolida-se, como alternativa cada vez mais empregada a utilização de micro-organismos no controle de pragas na agricultura. Assim, salienta-se que os endofíticos podem promover a descoberta constante de novos produtos de origem biológica (como o ácido nonanóico já descrito para algumas espécies de *Trichoderma*) com potencial aplicabilidade na agroindústria, em substituição aos defensivos agrícolas de origem química aplicados em cultivos agrícolas.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. A. S.; ROVIDA, A. F. S.; PAMPHILE, J. A. Fungos de interesse: aplicações biotecnológicas. **Revista Uningá Review**, v. 21, p. 55-59, 2015.

AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L. Diversity and applications of endophytic fungi isolated from tropical plants. In: GANGULI, B. N.; DESHMUKH, S. K. (Eds.). **Fungi: multifaceted microbes**. New Delhi: Anamaya Publishers, 2007, p. 189-207.

BASTOS, C. N. Avaliação do potencial de *Clonostachys* sp. no biocontrole da vassoura-de-bruxa do cacau. **Agrotropica**, v. 23, n. 2, p. 95-100, 2011.

BASTOS, C. N. Isolate of *Trichoderma brevicompactum* for the control of cocoa witches' broom disease: preliminary results. **Agrotropica**, v. 24, n. 1, p. 5-10, 2012.

CHAPLA, V. M.; BIASETTO, C. R.; ARAUJO, A. R. Fungos endofíticos: uma fonte inexplorada e sustentável de novos e bioativos produtos naturais. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 421-437, 2013.

DAISY, B. H. *et al.* Naphthalene, an insect repellent, is produced by *Muscodorvitigenus*, a novel endophytic fungus. **Microbiology**, v. 148, p. 3737-3741, 2002.

FERRAZ, L. F. *et al.* Isolamento de fungos endofíticos associados a *Clitoria guianensis* e utilização como antagonistas de fungos fitopatogênicos. **Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences**, v. 37, supl. 1, p. 269-269, 2016.

FRANCO, S. F. **Caracterização da família gênica taumatinas-like (MpTLPs) e proteínas candidatas a efetores de patogenicidade MpCSEPs no patossistema *T. cacao/M. pernicioso***. 2014. 120 f. Tese (Doutorado em Biologia Funcional e Molecular) – Universidade de Campinas, Campinas, 2014.

GUTIÉRREZ-RAMÍREZ, A. *et al.* Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. **Revista BioCiencias**, v. 2, n. 3, p. 102-112, 2013.

KRAUSS, U. *et al.* Mycoparasitism by *Clonostachys byssicola* and *Clonostachys rosea* on *Trichoderma* spp. from cocoa (*Theobroma cacao*) and implication for the design of mixed biocontrol agents. **Biological Control**, v. 67, n. 3, p. 317-327, 2013.

LACAVA, P. T.; AZEVEDO, J. L. Biological control of insect-pest and diseases by endophytes. In: VERMA, V. C.; GANGE, A. C. (Org.). **Advances in endophytic research advances in endophytic research**. New Delhi: Springer-Verlag, 2014, p. 231-243.

LARA, A. P. S. S. **Expressão heteróloga da toxina Cry 11Aa de *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1919) var. *israelensis* em *Escherichia coli* (Escherich, 1885), visando o controle biológico**. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

LEITE, L. R. C. **Cacau e chocolate no Brasil: desafios na produção e comércio global**. Brasília: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2018.

MACHADO, D. F. M. *et al.* *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MARTIN NETO, L.; GALERANI, P. R.; SILVA, J. L. C. Pesquisa, desenvolvimento e inovações em face de ameaças sanitárias para a agropecuária brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 1-8, 2016.

MARTÍNEZ, B.; INFANTE, D.; REYES, Y. *Trichoderma* spp. y su función el control de plagas em los cultivos. **Revista de Protección Vegetal**, v. 28, n. 1, p. 1-11, 2013.

MARTÍNEZ-LUIS, S. *et al.* Antiparasitic and anticancer constituents of the endophytic fungus *Aspergillus* sp. strain F1544. **Natural Product Communication**, v. 7, n. 2, p. 165-168, 2012.

MEDEIROS, F. H. V. *et al.* A novel, integrated method for management of witches' broom disease in cacao. **Crop Protection**, v. 29, p. 704-711, 2010.

MEINHARDT, L. W. *et al.* *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease of cacao: what's new from this old foe?. **Molecular Plant Pathology**, v. 9, n. 5, p. 577-588, 2008.

MEJÍA, L. C. *et al.* Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. **Biological Control**, v. 46, p. 4-14, 2008.

MOREIRA, R. L. **Fungos endofíticos e epifíticos associados às folhas de cacauero**. 2014. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro. Rio Claro, 2014.

OLIVEIRA, M. M.; ASSIS, F. G. V.; LEAL, P. L. Eficiência de fungos filamentosos no controle biológico da vassoura-de-bruxa do cacauero. **Revista Sitientibus - Série Ciências Biológicas**, v. 14, p. 1-7, 2014.

OLIVEIRA, K. M. *et al.* Isolamento e atividade antibacteriana de fungos endofíticos de *Piper glabratum* Kunth. **Arquivos de Ciências da Saúde UNIPAR**, v. 19, n. 1, p. 3-9, 2015.

OLIVEIRA, V. A. S. **O enigma da vassoura-de-bruxa: análise de um choque exógeno na economia de Ilhéus/Bahia**. 2016. 97 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

ORLANDELLI, R. C. *et al.* Antifungal and proteolytic activities of endophytic fungi isolated from *Piper hispidum* Sw. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n. 2, p. 359-366, 2015.

ORLANDELLI, R. C. *et al.* β -(1 \rightarrow 3,1 \rightarrow 6)-D-glucans produced by *Diaporthe* sp. endophytes: purification, chemical characterization and antiproliferative activity against MCF-7 and HepG2-C3A cells. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 94, p. 431-437, 2017.

PETRINI, O. Fungal endophytes in tree leaves. In: ANDREWS, J. H.; HIRANO, S. S. (Eds.). **Microbial Ecology of Leaves**. New York: Springer, 1991. p. 179-197.

POLONIO, J. C. *et al.* Biotechnological prospecting of foliar endophytic fungi of guaco (*Mikania glomerata* Spreng.) with antibacterial and antagonistic activity against phytopathogens. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 3, p. 7297-7309, 2015.

RIBEIRO, A. S. *et al.* Bioprospection of culturable endophytic fungi associated with the ornamental plant *Pachystachys lutea*. **Current Microbiology**, v. 75, n. 5, p. 588-596, 2018.

RUBINI, M. R. *et al.* Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis pernicioso*, causal agent of witches' broom disease. **International Journal of Biological Science**, v. 1, n.1 1, p. 24-33, 2005.

SAMUELS, G. J. *et al.* *Trichoderma theobromicola* and *T. paucisporum*: two new species isolated from cacao in South America. **Mycological Research**, v. 110, n. 4, p. 381-392, 2006.

SILVA, P. H. F. **Bioprospeção de fungos endofíticos contra células de melanoma e patógenos humanos**. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2017.

SOUZA, J. T. *et al.* Colonization of cacao seedlings by *Trichoderma stromaticum*, a mycoparasite of the witches' broom pathogen, and its influence on plant growth and resistance. **Biological Control**, v.46, p. 36-45, 2008.

SUPERINTENDÊNCIA FEDERAL DE AGRICULTURA NO PARÁ. **Monilíase do cacauero**. 2014. Disponível em <http://www.ceplacpa.gov.br/site/wp-content/uploads/2014/02/folder_monilia.pdf>. Acesso em 05 ago. 2017.

TOMER, A.; SINGH, R.; PRASAD, D. Compatibility *Trichoderma harzianum* with systemic and two non systemic fungicides of *in vitro*. **Asian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 4, p. 174-179, 2018.

UZOR, P. F.; OSADEBE, P. O.; NWODO, N J. Antidiabetic activity of extractand compounds from an endophytic fungus *Nigros poraoryzae*. **Drug Research**, v. 67, n. 5, p. 308-311, 2017.

WANG, Y. G. *et al.* Antioxidant activity of secondary metabolites and mycelium extracts of endophytic fungi isolated from *Astragalus monadelphus*. **Bulgarian Chemical Communications**, v. 48, n. 4, p. 787-792, 2016.

WORLD COCOA FOUNDATION. **Cocoa Market Update**. 2014. Disponível em: <<http://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/Cocoa-Market-Update-as-of-4-1-2014.pdf>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

YÉPEZ, P. I. T. Compatibilidad *in vitro* de *Trichoderma* spp. con fungicidas de uso común en cacao (*Theobroma cacao* L.). **Investigación Agraria**, v. 20, n. 2, p. 146-151, 2018.