

Aproveitamento dos resíduos de priprioca (*Cyperus articulatus* L.) no controle alternativo de fungos fitopatogênicos

Fungos fitopatogênicos são responsáveis por doenças que causam grandes perdas agrícolas. O tratamento convencional é realizado por agrotóxicos e embora esses produtos reduzam significativamente as perdas, ocasionam sérias contaminações ambientais, contribuem para o surgimento de patógenos resistentes e eliminam agentes de controle biológico natural. Produtos naturais obtidos de plantas, como óleos essenciais e extratos, possuem substâncias bioativas que têm demonstrado potencial atividade antifúngica. A priprioca (*Cyperus articulatus* L.) é uma planta encontrada na Amazônia, muito utilizada no preparo de colônias artesanais. A alguns anos, o óleo essencial da espécie se tornou matéria-prima da Perfumaria Nacional e seu cultivo passou a ser em escala comercial, tornando-se fonte de renda para comunidades do entorno de Belém/PA. No processo de obtenção de óleo essencial são gerados grandes quantidades de resíduo sólido (massa vegetal após a retirada do óleo essencial). Esse trabalho teve como objetivo a avaliação e comparação da atividade antifúngica do óleo essencial, extrato hexânico e etanólico de priprioca e extrato hexânico e etanólico do resíduo sólido de priprioca, visando o aproveitamento dos resíduos no controle de fitopatógenos responsáveis por grandes perdas na produção agrícola. Para tanto, óleo essencial foi extraído por hidrodestilação (6h) e os extratos obtidos via Soxhlet (8h). Foram avaliadas as Concentrações Mínimas Inibitórias (CMI) pelo método de microdiluição e a Concentração Fungicida Mínima (CFM) para os tratamentos ativos. Foram avaliadas as concentrações de 1000 a 15,625 µg/mL frente a *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Macrophomina phaseolina*. Os extratos etanólicos e hexânicos do resíduo sólido apresentaram maior atividade antifúngica, principalmente frente a *S. sclerotiorum*, sendo fungicidas a 125 e 250 µg/mL, respectivamente. O óleo essencial foi inativo frente aos fitopatógenos teste. Tais resultados indicaram a eficácia dos extratos do resíduo de priprioca frente a fungos fitopatogênicos. O resíduo sólido é gerado em grandes quantidades durante a extração do óleo essencial e não possui valor agregado, tornando-o candidato a matéria-prima de produtos sustentáveis e de baixo impacto ambiental, que atuem no controle alternativo de fungos fitopatogênicos.

Palavras-chave: Atividade antifúngica; Fitopatógenos; Óleo essencial; Extratos.

Utilization of priprioca (*Cyperus articulatus* L.) residues in alternative control of phytopathogenic fungi

Plant pathogenic fungi are responsible for diseases that cause large agricultural losses. Conventional treatment is carried out by pesticides and although these products significantly reduce losses, cause serious environmental contamination, contribute to the emergence of resistant pathogens and eliminate natural biological control agents. Natural products obtained from plants, such as essential oils and extracts, have bioactive substances that have demonstrated potential antifungal activity. Priprioca (*Cyperus articulatus* L.) is a plant found in the Amazon, widely used in the preparation of artisanal colonies. A few years ago, the essential oil of the species became raw material of the National Perfumery and its cultivation became commercial scale, becoming a source of income for communities around Belém/PA. In the process of obtaining essential oil, large quantities of solid waste are generated (vegetable mass after removal of the essential oil). The objective of this work was to evaluate and compare the antifungal activity of priprioca essential oil, hexane and ethanolic extract and hexane and ethanolic extract of priprioca solid waste, aiming at the use of residues in the control of phytopathogens. For this, essential oil was extracted by hydrodistillation (6h) and extracts obtained via Soxhlet (8h). Minimum Inhibitory Concentrations (MIC) were evaluated by the microdilution method and Minimum Fungicidal Concentration (CFM) for the active treatments. Concentrations of 1000 to 15,625 µg/mL against *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Macrophomina phaseolina* were evaluated. The ethanolic and hexane extracts of the solid residue showed higher antifungal activity, especially against *S. sclerotiorum*, being fungicides at 125 and 250 µg/mL, respectively. The essential oil was inactive against the phytopathogens test. These results indicated the effectiveness of extracts of priprioca residue against phytopathogenic fungi that cause large agricultural losses. Solid waste is generated in large quantities during the extraction of essential oil and has no added value, making it a candidate for raw materials of sustainable and low environmental impact products that act in the alternative control of phytopathogenic fungi.

Keywords: Antifungal activity; Phytopathogens; Essential oil; Extracts.

Topic: Agroecologia

Received: 07/12/2019

Approved: 18/01/2020

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Aline Aparecida Munchen Kasper 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8775156657725568>
<http://orcid.org/0000-0003-2613-5125>
aliny @msn.com

Sara Freitas de Sousa 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0444579834038751>
<http://orcid.org/0000-0002-1305-8514>
sara_freitas_stm@hotmail.com

Breno Sena de San Martin 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9486020248465637>
<http://orcid.org/0000-0002-7349-3446>
brenosanmartin95@gmail.com

Adilson Sartoratto 
Universidade Estadual de Campinas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2938768700584296>
<http://orcid.org/0000-0002-1763-3715>
adilson@cpqba.unicamp.br

Kariane Mendes Nunes 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9309973943729721>
<http://orcid.org/0000-0003-2178-0336>
kariane.nunes@gmail.com

José Jeosafa Vieira de Sousa Júnior 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2162716940839053>
<http://orcid.org/0000-0001-8790-0711>
josejeosatajrstm@hotmail.com

Silvia Katrine Rabelo da Silva 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6999618172919722>
<http://orcid.org/0000-0002-9408-131X>
katrinerabelos@gmail.com

Lauro Euclides Soares Barata 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1609747051706094>
<http://orcid.org/0000-0003-0909-769X>
lauroesbarata@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.0009

Referencing this:

KASPER, A. A. M.; SOUSA, S. F.; MARTIN, B. S. S.; SATORATTO, A.; NUNES, K. M.; SOUSA JÚNIOR, J. J. V.; SILVA, S. K. R.; BARATA, L. E. S.. Aproveitamento dos resíduos de priprioca (*Cyperus articulatus* L.) no controle alternativo de fungos fitopatogênicos. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.1, p.80-88, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.0009>

INTRODUÇÃO

As doenças fúngicas são responsáveis por perdas significativas na produção agrícola. A demanda crescente de alimentos traz a necessidade de controle dessas doenças, atualmente realizado com tratamento convencional utilizando agrotóxicos. Embora esses produtos contribuam de maneira significativa para reduções nas perdas agrícolas, o uso indiscriminado e ininterrupto desses agrotóxicos tem levado a contaminações ambientais, surgimento de patógenos resistentes e eliminação de agentes do controle biológico natural (SOYLU et al., 2010).

A utilização de produtos naturais como agentes de controle alternativo de fungos fitopatogênicos tem sido amplamente estudada nos últimos anos. Os produtos naturais, como extratos e óleos essenciais contêm metabólitos secundários que tem demonstrado atividade potencial no manejo de doenças de plantas (SILVA et al., 2010). Além das propriedades antimicrobianas, os produtos naturais são biodegradáveis, ocasionando menos danos ao meio ambiente (OOTANI et al., 2011).

A Amazônia possui um grande acervo de produtos naturais, com potencial aplicação biotecnológica, como, por exemplo, a pirioca. A pirioca (*Cyperus articulatus* L.) é um recurso aromático do Pará, já cultivada em escala comercial nas regiões do entorno de Belém para a extração do óleo essencial, utilizado como matéria-prima pela empresa Natura®. O resíduo sólido (material vegetal após a extração do óleo essencial) entretanto, é descartado. A utilização desse subproduto vem de encontro as premissas da agroecologia, que visa utilizar matérias-primas naturais e sustentáveis para controle alternativo de doenças fúngicas, diminuindo assim impactos da produção agrícola.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar e comparar a atividade antifúngica do óleo essencial e do extratos de rizomas e tubérculos de pirioca e de extratos do resíduo sólido de pirioca frente a *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Macrophomina phaseolina*, visando promover estratégias de aproveitamento dos resíduos no controle alternativo de fitopatógenos causadores de grandes perdas agrícolas.

REVISÃO TEÓRICA

Fungicidas comerciais têm sido amplamente utilizados para evitar perdas agrícolas causadas por fungos fitopatogênicos. Entretanto, os danos dos resíduos desses agroquímicos no ambiente e o desenvolvimento de resistência dos patógenos tem induzido a pesquisa de métodos de controle alternativo (CELOTO et al., 2011). Nessa busca as plantas tem sido destaque, devido aos de metabólitos secundários presentes em sua composição, muitas vezes com potencial fungicida ou fungistático. Esses metabólitos secundários são fundamentais a sobrevivência dos organismos que os produzem. A diversidade estrutural desses compostos faz com que sejam de grande interesse para a espécie humana, sendo utilizados na pesquisa e desenvolvimento de fármacos, produtos alimentícios, cosméticos e agroquímicos (CELOTO et al., 2008).

A pirioca, uma espécie encontrada nas regiões norte e nordeste do Brasil, apresenta-se como uma

planta perene com rizoma endurecido, tendo seus tubérculos cobertos com brácteas avermelhadas, multinérveas e lanceoladas, com escapo cilíndrico a trígono e liso. Os órgãos aéreos da planta são escapos e folhas, enquanto órgãos subterrâneos são rizomas, tubérculos e raízes. A altura da planta varia de 30 a 250 cm. As células oleíferas são encontradas exclusivamente nos rizomas e tubérculos, como é característico na família Cyperaceae, são de paredes delgadas e distribuição aleatória, mas encontram-se em maior porcentagem nos tubérculos do que nos rizomas.

Em países da África e na Amazônia, rizomas e tubérculos de priprioca são muito utilizados na medicina tradicional para o tratamento de diversas enfermidades como enxaqueca, dor de estômago, febre, malária, também possuindo propriedades contraceptivas e abortivas (NGO BUM et al., 2001). Inúmeras atividades biológicas já foram constatadas para *C. articulatus*, dentre elas: anticonvulsivante (NGO BUM et al., 2001), antiplasmódica (RUKUNGA et al., 2008), antiespasmódica (SOUSA et al., 2008), alelopática (SOUZA FILHO et al., 2008), antioncocercose (METUGE et al., 2014), efeito hepatoprotetor (DATTA et al., 2013), sedativa (RAKOTONIRINA et al., 2001), repelente (ABUBAKAR et al., 2000).

A atividade antimicrobiana da espécie também já foi relatada por alguns autores. Alguns autores relataram a atividade antibacteriana do óleo essencial de *C. articulatus* oriundas da Nigéria e apontam para a maior susceptibilidade de bactérias do tipo gram-negativo a esse óleo essencial. Em estudo foi relatado a decocção de rizomas de *C. articulatus* coletados na área do rio Tambopata, em Madre de Dios, Peru, durante o mês de Janeiro de 1994. Testes antimicrobianos revelaram que *Staphylococcus aureus* foi totalmente inibida pela decocção de *C. articulatus*, no entanto não apresentaram efeito inibitório contra *Escherichia coli*, *Salmonella gallinarum*, *Klebsiella pneumoniae* e *Cândida albicans*. A atividade anti-cândida de plantas brasileiras foi constatada nos estudos de Duarte et al. (2005) sendo uma destas plantas a priprioca. Foram testados o óleo essencial e o extrato etanólico da espécie. O óleo essencial foi considerado moderadamente inibitório, enquanto que o extrato etanólico foi considerado fracamente inibitório. Os autores concluíram que para se atingir a concentração mínima inibitória seriam necessárias altas concentrações do óleo essencial e do extrato.

No estado do Pará, a priprioca também é usada em banhos de cheiro em festas de São João e na aromatização da água de lavagem devido a sua fragrância agradável, o aroma, conhecido como cheiro do Pará, foi introduzido há muitos anos nos perfumes regionais. O óleo essencial da espécie possui coloração amarelo forte e aroma amadeirado, fresco e picante, sendo difícil reproduzi-lo sinteticamente (NICOLLI et al., 2006). Atualmente, o óleo essencial é matéria-prima para a produção do perfume que leva o nome 'Rara Priprioca' pela empresa, agora multinacional, Natura®.

A obtenção do óleo essencial gera como subproduto o resíduo sólido (massa vegetal após processo de extração de óleo essencial). Assim como a maioria das plantas, a priprioca apresenta baixo rendimento de óleo essencial, o que exige grande quantidade de material vegetal, ocasionando a produção de grande volume de resíduo vegetal. Esse resíduo, ainda é descartado, embora comprovada a presença de substâncias bioativas nesse subproduto (KASPER et al. 2018a; KASPER et al., 2018b).

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta de material vegetal

Os tubérculos, rizomas e raízes de priprioca (*C. articulatus*) foram coletados no período chuvoso amazônico, na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA, localizada às margens da Rodovia Santarém-Curuá Una (PA- 370), km 37, no município de Santarém. Para a coleta se utilizou enxadas para desenterrar os órgãos vegetativos subterrâneos, descartando-se a parte aérea.

Obtenção dos produtos naturais de priprioca

Extração do óleo essencial

Antes da extração, o material vegetal (rizomas, tubérculos e raízes) foi lavado em água corrente e seco em estufa a 35° C por 72 h, triturado em moinho de facas e 600 g de material vegetal foi extraído em duplicata em aparelho de Clevenger, por hidrodestilação durante 6h. O líquido sobrenadante (óleo essencial) foi coletado e acondicionado em frascos âmbar estéril, mantidos sob refrigeração a 10° C. O resíduo sólido foi seco em temperatura ambiente.

Obtenção dos extratos de priprioca

100 g de rizomas, tubérculos e raízes triturados foram extraídos em duplicata em Soxhlet por 8h com etanol e com hexano, os extratos obtidos foram concentrados em evaporador rotativo a pressão reduzida a temperatura 50° C. Após completa evaporação dos solventes, os extratos foram acondicionados em frascos âmbar estéreis mantidos sob refrigeração a 10° C. Os rendimentos das extrações foram calculados em função da massa de produto obtido em razão da massa vegetal extraída multiplicada por 100 (TAUBE JR et al., 2014).

Obtenção dos extratos do resíduo sólido de priprioca

100 g do resíduo sólido obtido no processo de hidrodestilação também foram submetidos a extração em duplicata de metabólitos remanescentes com hexano e etanol em equipamento de Soxhlet por 8h. Os extratos foram concentrados em evaporador rotativo a pressão reduzida e temperatura aproximada 50° C. Após eliminação dos solventes, os extratos do resíduo sólido foram armazenados em frascos âmbar estéreis e mantidos sob refrigeração a 10° C. Os rendimentos das extrações foram calculados em função da massa de produto obtido em razão da massa vegetal extraída multiplicada por 100 (TAUBE JR et al., 2014).

Microorganismos utilizados

Os fungos foram obtidos do acervo do Laboratório de Microbiologia, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. A atividade antifúngica foi avaliada frente aos microrganismos *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Macrophomina phaseolina*, fitopatógenos responsáveis por infecções diferentes em cultivos de plantas.

Concentração Mínima Inibitória (CMI) e Concentração Mínima Fungicida (CMF)

Para a avaliação da concentração mínima inibitória (CMI) foram utilizadas microplacas estéreis de 96 poços utilizando o meio Batata-Dextrose (BD) com 5% de dimetilsulfóxido (DMSO). As suspensões fúngicas foram ajustadas na escala 0,5 MacFarland com caldo BD estéril a 0,9% em espectrofotômetro, à densidade ótica de 0,284 e comprimento de onda a 530 nm, equivalente a 10^4 esporos/mL. Os tratamentos foram avaliados em triplicata, sendo que para o óleo essencial foram depositados 100 μ L na primeira linha e 100 μ L de óleo essencial juntamente com 100 μ L de meio na segunda linha, sendo a microdiluição iniciada na segunda linha. Nos demais poços foram depositados 100 μ L de meio. Para os extratos foram depositados 100 μ L de solução mãe a 2000 μ g/mL juntamente com 100 μ L de meio de cada tratamento sendo a microdiluição iniciada na primeira linha. Para a microdiluição o conteúdo dos orifícios da primeira linha (para extratos) e da segunda linha (para óleo essencial) foram homogeneizados com o meio e transferidos para os orifícios da linha seguinte, repetindo-se o processo até a penúltima linha, sendo os 100 μ L final desprezados. As concentrações avaliadas foram 1000 a 15,625 μ g/mL. Nas linhas com a microdiluição foram adicionados 10 μ L do inóculo padronizado, selando as placas com plástico. Na última linha da placa de microdiluição foi realizado o controle de esterilidade do meio, o controle positivo com o antifúngico comercial Azimut® e a avaliação da viabilidade dos patógenos. As placas foram incubadas em estufa a 32°C por 96h. Após o período de incubação foram adicionados 50 μ L de solução 0,1% de resazurina para revelação, sendo placas reincubadas por 2h. A CMI foi definida como a menor concentração da amostra capaz de impedir o crescimento fúngico, por meio da observação da coloração azulada conferida ao meio pelo revelador químico resazurina. Quando as células apresentam atividade respiratória após a revelação ocorre uma reação de oxirredução, na qual a resazurina é convertida a resorufina, característica por sua coloração rosada.

Para determinar a Concentração Fungicida Mínima (CFM), todos os poços do ensaio anterior (CMI) que permanecerem com coloração azulada, característica da resazurina, tiveram 10 μ L transferidos das repetições para placas de petri contendo meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar). As placas foram reincubadas em estufa a 32° C por 96h. Após o tempo de incubação a verificação da ausência de crescimento fúngico nas placas revela a menor concentração necessária de óleo ou extrato necessária para que a amostra apresente atividade fungicida.

RESULTADOS

Rendimentos e identificação das classes de metabólitos secundários presentes

Na tabela 1 estão descritos os rendimentos obtidos para os produtos naturais extraídos de *C. articulatus*. A caracterização das classes de metabólitos secundários realizada por meio de Cromatografia em Camada Delgada (CCD) identificou a presença de terpenos no óleo essencial, e de terpenos, flavonoides, triterpenos, esteroides e ácidos graxos nos extratos íntegros e do resíduo de *priprioca*.

Tabela 1: Rendimentos médios (%) obtidos para o óleo essencial, extratos etanólico e hexânico de priprioca e etanólico e hexânico do resíduo sólido de priprioca (*Cyperus articulatus* L.).

	Rendimento (%)
Óleo Essencial	0,45
Extrato etanólico	14,1
Extrato etanólico do resíduo sólido	7,83
Extrato hexânico	1,61
Extrato hexânico do resíduo sólido	1,31

Atividade antifúngica

Na tabela 2 estão descritas as concentrações mínimas necessárias para inibir o crescimento fúngico (CMI), expressas em $\mu\text{g/mL}$, para os produtos naturais obtidos de priprioca, para os fitopatógenos teste.

Tabela 2: Concentração Mínima Inibitória (CMI) em $\mu\text{g/mL}$ do óleo essencial, extrato etnólico e hexânico de priprioca e extrato etanólico e hexânico do resíduo sólido de priprioca (*Cyperus articulatus* L.) frente aos fungos fitopatogênicos *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Macrophomina phaseolina*.

CMI ($\mu\text{g/mL}$)	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Óleo essencial	*	*	*
Extrato etanólico	250	*	*
Extrato etanólico do resíduo sólido	125	62,5	*
Extrato hexânico	125	62,5	*
Extrato hexânico do resíduo sólido	125	62,5	*

* - CMI > 1000 $\mu\text{g/mL}$

Na tabela 3 estão descritas as concentrações mínimas necessárias para obter efeito fungicida. Quando há crescimento fúngico após a semeadura em placas de Petri contendo meio BDA, o tratamento é considerado fungistático, ou seja, apenas inibe o crescimento do fitopatógeno.

Tabela 3: Concentração Mínima Fungicida (CMF) em $\mu\text{g/mL}$ do óleo essencial, extrato etanólico e hexânico de priprioca e extrato etanólico e hexânico do resíduo sólido de priprioca (*Cyperus articulatus* L.) frente aos fungos fitopatogênicos *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Macrophomina phaseolina*.

CMF ($\mu\text{g/mL}$)	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Óleo essencial	-	-	-
Extrato etanólico íntegro	1000	-	-
Extrato etanólico do resíduo sólido	250	125	-
Extrato hexânico íntegro	250	250	-
Extrato hexânico do resíduo sólido	250	250	-

DISCUSSÃO

O óleo essencial de priprioca apresenta um baixo rendimento (0,45%), deste modo, é necessário um volume grande de material vegetal para obter óleo essencial, gerando o resíduo sólido, que geralmente é descartado. Anteriormente foram constatadas a presença de substâncias bioativas nos extratos do resíduo sólido (KASPER et al., 2018a; KASPER et al., 2018b; KASPER et al., 2018c).

Em estudos anteriores Kasper et al. (2018c) caracterizaram quimicamente os compostos majoritários do óleo essencial de priprioca extraído em Clevenger e por meio de Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas identificando o α -pineno, trans-pinocarveol, mirtenol, verbenona, α -copaeno, β -selineno, óxido de cariofileno, aristolona, mustacona, 7-isopropenil-1,4a-dimetil-4,4a,5,6,7,8-hexahidro-3H-naftalen-2-ona.

A atividade antifúngica de óleos essenciais tem sido relatada por inúmeros autores (DINIZ et al., 2008; LEE et al., 2008; DAN et al., 2009; ABDOLAHY et al., 2010; PANSERA et al., 2012; HILLEN et al., 2012) entretanto o óleo essencial de priprioca foi inativo nas concentrações avaliadas frente aos fitopatógenos teste. Duarte et al. (2005) relataram ausência de atividade inibitória do óleo essencial de *C. articulatus* frente a levedura *Candida albicans*. Todavia, em seu estudo da atividade antimicrobiana de óleos essenciais em patógenos orais, Bersan (2012) constatou que óleo essencial da espécie inibiu a formação do biofilme de *C. albicans* em 28,08%. De acordo com Azzaz et al. (2014), o óleo essencial de priprioca foi inativo frente *Aspergillus niger* em difusão em disco e CMI, mas foi ativo frente *C. albicans*, com halos de inibição de 10 mm e CMI 12,5 µg/ml.

Além do óleo essencial de priprioca, foram avaliados tanto extratos de rizomas e tubérculos de priprioca, quanto extratos do resíduo sólido de priprioca. Ngo Bum et al. (2001) e Rakotonirina et al. (2001) caracterizaram o extrato total provenientes da decocção dos rizomas de *C. articulatus* e identificaram a presença de saponinas, flavonoides, terpenos, taninos e açúcares. Pode-se averiguar que todos os extratos de priprioca foram ativos frente a *F. oxysporum* e *S. sclerotiorum*. A ação antifúngica de extratos vegetais frente a fungos fitopatogênicos tem sido avaliada por inúmeros autores (DOMINGUES et al., 2009; FERREIRA et al., 2014; KASPER et al., 2018c; KASPER et al., 2018d)

O extrato etanólico de priprioca inibiu o crescimento fúngico na concentração 250 µg/mL, apresentando efeito fungicida na concentração 1000 µg/mL frente a *F. oxysporum*, sendo inativo frente a *S. sclerotinia* e *M. phaseolina*. Já o extrato etanólico do resíduo sólido de priprioca apresentou efeito inibitório na concentração 125 µg/mL e fungicida na concentração 250 µg/mL para *F. oxysporum*. Já para *S. sclerotinia* foi inibitório na concentração 62,5 µg/mL e fungicida na concentração 125 µg/mL, sendo inativo frente a *M. phaseolina*. Portanto, o extrato etanólico do resíduo sólido de priprioca apresentou uma atividade antifúngica mais eficiente frente aos microrganismos avaliados.

A atividade antifúngica do extrato hexânico dos rizomas e tubérculos de priprioca não diferiu do extrato hexânico do resíduo sólido de priprioca nas concentrações ativas frente aos fitopatógenos avaliados. Ambos foram inibitórios na concentração 125 µg/mL frente a *F. oxysporum* e 62,5 µg/mL frente *S. sclerotiorum* e fungicidas na concentração 250 µg/mL para os dois microrganismos. Os dois tratamentos foram inativos frente a *Macrophomina phaseolina*.

Portanto, os extratos dos resíduos foram tão ativos quanto (extrato hexânico) ou mais ativos (extrato etanólico) que os extratos dos rizomas e tubérculos de priprioca. Sendo assim, a atividade antifúngica do extrato etanólico do resíduo sólido de priprioca revela seu potencial para uso no controle alternativo de fungos fitopatogênicos, já que é obtido de um material de descarte, produzido em grandes quantidades, sem valor agregado e sem utilização de solventes tóxicos. Estes produtos apresentam viabilidade econômica para se tornarem matéria-prima de produtos agroecológicos.

CONCLUSÕES

O óleo essencial de priprioca (*Cyperus articulatus* L.) foi inativo nas concentrações avaliadas frente

Fusarium oxysporum, *Sclerotinia sclerotium* e *Macrophomina phaseolina*. O extrato etanólico do resíduo sólido de priprioca se mostrou mais eficiente que o extrato etanólico de priprioca nas concentrações avaliadas frente aos microrganismos teste, sendo fungicida na concentração 250 µg/mL sobre *F. oxysporum* e 125 µg/mL sobre *S. sclerotium*.

Tanto o extrato hexânico de rizomas e tubérculos de priprioca quando o extrato hexânico do resíduo sólido de priprioca foram fungicidas frente *F. oxysporum* e *S. sclerotinia* nas concentrações 250 µg/mL. Nesse contexto, constatou-se atividade antifúngica *in vitro* dos resíduos do processo de obtenção do óleo essencial de priprioca, sendo o extrato etanólico do resíduo sólido de priprioca o mais eficiente e com maior possibilidade de aplicação biotecnológica, já que é obtido de um material de descarte, produzido em grandes quantidades e sem valor agregado.

REFERÊNCIAS

- ABDOLAH, A.; HASSANI, A.; GHOSTA, Y.; JAVADI, T.; MESHKATASADAT, M. H.. Essential oils as control agents of postharvest *Alternaria* and *Penicillium* rots on tomato fruits. **Journal of Food Safety**, v.30, p.341-352, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2009.00211.x/>
- ABUBAKAR, M. S.; ABDULRAHMAN, E. M.; HARUNA, A. K.. The repellent and antifeedant properties of against *Tribolium castaneum* Hbst. **Phytotherapy Research**, v.14, n.4, p.281-283, 2000. DOI: [http://doi.org/10.1002/1099-1573\(200006\)14:43.3.CO;2-3](http://doi.org/10.1002/1099-1573(200006)14:43.3.CO;2-3)
- AZZAZ, N. A. E.; EL-KHATEEB, A. Y.; FARAG, A. A.. Chemical composition and biological activity of the essential oil of *Cyperus articulatus*. **International Journal of Academic Research**, v.6, n.5, 2014. DOI: <http://doi.org/10.7813/2075-4124.2014/6-5/A.37>
- BERSAN, S. M. F.. **Avaliação da atividade antimicrobiana de óleos essenciais frente a patógenos orais**. Dissertação (Mestrado em Área de Concentração em Odontologia) - Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2012.
- CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J.. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.1, p.1-5, 2008.
- DAN, Y.; LIU, H. Y.; GAO, W. W.; CHEN, S. L.. Activities of essential oils from *Asarum heterotropoides* var. *mandshuricum* against five phytopathogens. **Crop Protection**, v.29, p.295-299, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.12.007>
- DATTA, S.; DHAR, S.; NAYAK, S. S.; DINDA, S. C.. Hepatoprotective activity of *Cyperus articulatus* Linn. against paracetamol induced hepatotoxicity in rats. **Journal of Chemistry Pharmacology Research**, v.5, p.314-319, 2013.
- DINIZ, S. P. S. S.; COELHO, J. S.; ROSA, G. S.; SPECIAN, V.; OLIVEIRA, R. C.; OLIVEIRA, R. R.. Bioatividade do óleo essencial de *Mentha arvensis* L. no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.10, n.4, p.9-11, 2008.
- DOMINGUES, R. J.; SOUZA, J. D. F.; TÖFOLI, J. G.; MATHEUS, D. R.. Ação 'in vitro' de extratos vegetais sobre *Colletotrichum acutatum*, *Alternaria solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.4, p.643-649, 2009.
- DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; SATORATTO, A.; REHDER, V. L. G.; DELARMELENA, C.. Anti-candida activity of Brazilian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v.97, p.305-311, 2005.
- FERREIRA, E. F.; JOSÉ, A. R. S.; BOMFIM, M. P.; PORTO, J. S.; JESUS, J. S.. Uso de extratos vegetais no controle *in vitro* do *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. coletado em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.346-352, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1590/0100-2945-223/13>
- HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. R.; NOZAKI, M.. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatogênicos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, n.3, p.439-445, 2012.
- LEE, Y.; KIM, J.; SHIN, S.; LEE, S.; PARK, I. I.. Antifungal activity of Myrtaceae essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. **Flavour Fragrance Journal**, v.23, p.23-28, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1002/ffj.1850>
- KASPER, A. A. M.; SAN MARTIN, B. S.; SATORATTO, A.; RUIZ, A. L. T. G.; CASTRO, K. C. F.; BARATTO, L. C.; NUNES, K. M.; BARATA, L. E. S.. Atividade citotóxica do extrato etanólico do resíduo de *Cyperus articulatus* L. frente a linhagens tumorais humanas. In: SIMPÓSIO REGIONAL NORTE DE FARMACOGNOSIA, 2. **Anais**. Santarém, 2018a.
- KASPER, A. A. M.; SOUSA, B. C. M.; LOURIDO, K.; SAN MARTIN, B.; BARATA, L. E. S.; LUSTOSA, D.. Óleo essencial e hidrolato de *Cyperus articulatus* var. *nodosus* no controle de *Colletotrichum musae*, **Cadernos de Agroecologia**, v.13, n.1, 2018b.
- KASPER, A. A. M.; SOUSA, S. F.; SAN MARTIN, B. S.; SOUSA JR. J. J. V.; SATORATTO, A.; ESCHER, S. K. S.; BARATA, L. E.

S.. Prospecção de produtos naturais obtidos de priprioca como agentes de controle de fungos fitopatogênicos de importância agrícola. **Agroecossistemas**, v.10, n.2, p.273-286, 2018c. DOI: <http://doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5200>

KASPER, A. A. M.; SOUSA, S. F.; SOUSA JR., J. J. V.; ESCHER, S. K. S.; BARATA, L. E. S.. Comparação da atividade antifúngica do óleo comercial e do extrato etanólico das folhas de nim (*Azadirachta indica* Juss) frente a fungos fitopatogênicos. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.6, 2018d. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC21796858.2018.006.0007>

METUGE, J. A.; BABIAKA, S. B.; MBAH, J. A.; NTIE-KANG, F.; AYIMELE, G. A.; CHO-NGWA, F.. Anti-onchocerca Metabolites from *Cyperus articulatus*: Isolation, In Vitro Activity and In Silico 'Drug-Likeness', **Natural Products Bioprospection**, v.4, p.243-249, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1007/s13659-014-0023-5>

NGO BUM, E.; SCHMUTZ, M.; MEYER, C.; RAKATONIRINA, A.; BOPELET, M.; PORTET, C.; JEKER, A.; RAKOTONIRINA, S. V.; OLPE, H. R.; HERRLING, P.. Anticonvulsant properties of the methanolic extract of *Cyperus articulatus* (Cyperaceae), **Journal of Ethnopharmacology**, v.76, p.145-150, 2001.

NICOLI, C. M. L.; HOMMA, A. O. K.; MATOS, G. B.; MENEZES, A.. **Aproveitamento da biodiversidade amazônica: o caso da priprioca**. Belém: Embrapa, 2006.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W. S.; MELLO, A. V.; DIDONET, J.; PORTELLA, A. C. F.; NASCIMENTO, I. R.. Toxicidade de óleos essenciais de eucalipto e citronela sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.4, p.609-618, 2011.

PANSERA, M. R.; VICENÇO, C. B.; PRANCUTTI, A.; SARTORI, V. C.; RIBEIRO, R. T. S.. Alternative control of the fungus *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary causes agent sclerotinia, with essential oils and plant extracts. **Revista**

Brasileira de Agroecologia, v.7, n.3, p.126-133, 2012.

RAKOTONIRINA, V. S.; NGO BUM, E.; RAKOTONIRINA, A.; BOPELETA, M.. Sedative properties of the decoction of the rhizome of *Cyperus articulatus*. **Fitoterapia**, v.72, n.1, p.22-29, 2001.

RUKUNGA, G. M.; MUREGI, F. W.; OMAR, S. A.; GATHIRWA, J. W.; MUTHAURA, C. N.; PETER, M. G.; HEYDENREICH, M.; MUNGAI, G. M.. Anti-plasmodial activity of the extracts and two sesquiterpenes from *Cyperus articulatus*, **Fitoterapia**, p.188-190, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.11.010>

SILVA, M. B.; MORANDI, M. A. B.; PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M.; FONSECA, M. C. M.. Uso de princípios bioativos de plantas no controle de fitopatógenos e pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.255, p.70-77, 2010.

SOUSA, P. J. C.; BRAVIM, L. S.; OLIVEIRA, J. P. T.; ZOGHBI, M. G. B.. Efeito do óleo essencial de *Cyperus articulatus* L. na contratibilidade do músculo liso do íleo isolado de cobaia In: POTIGUARA, R. C. V.; ZOGHBI, M. G. B.. **Priprioca um recurso aromático do Pará**, Belém: UEPA, 2008.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; ZOGHBI, M. G. B.; VILHENA, M. S. S.. Atividade alelopática do óleo essencial e extratos dos tubérculos de *Cyperus articulatus* L. In: POTIGUARA, R. C. V.; ZOGHBI, M. G. B.. **Priprioca um recurso aromático do Pará**. Belém: UEPA, 2008.

SOYLU, E. M.; KURT, S.; SOYLU, S.. *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. **International Journal of Food Microbiology**, v.143, p.183-189, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.08.01>

TAUBE JÚNIOR, P.; CASTRO, K. C. F.; BARATA, L. E. S.. **Experimentos de química**. Santarém: UFOPA, 2014.