

Fungitoxicidade de extratos vegetais e óleo essencial de alecrim no crescimento micelial e esporulação de *Bipolaris oryzae*

¹Wellington Rodrigues Silva, ²Victoria Moreira-Nuñez, ¹Viviana Gaviria-Hernandéz, ¹Vanessa Pinto Gonçalves, ¹Rosaria Helena Machado Azambuja, ¹Candida Renata Jacobsen de Farias

¹Universidade Federal de Pelotas, RUA Gomes Carneiro, N. 1, CEP 96010-610, Centro, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: wellington.srodrigues@hotmail.com, vgaviriah@gmail.com, vanessapg83@hotmail.com, rosariahmz@terra.com.br, jacobsencandida@gmail.com

²Universidad de La Republica, Av. 18 de Julio 1824-1850, 11200, Montevideo, Uruguay. E-mail: vico_m2912@hotmail.com

Resumo: O fungo *Bipolaris oryzae* é um dos principais patógenos que afetam a cultura do arroz. Seu controle baseia-se na utilização de fungicidas químicos. Atendendo a necessidade de alternativas de controle menos tóxicas, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito fungitóxico dos extratos aquosos de araçazeiro (*Psidium* sp.), pitangueira (*Eugenia uniflora*), goiabeira serrana (*Acca sellowiana*) e carqueja (*Baccharis trimera*) e do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) sobre o fungo *B. oryzae*. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x5), com quatro repetições, sendo os fatores de tratamento os quatro extratos com cinco concentrações (0, 5, 10, 15 e 20%) e para o óleo essencial os tratamentos foram as concentrações (0, 62,5, 125, 250 e 375 mg.mL⁻¹). Foram determinados o Índice de Crescimento Micelial (ICM) e a esporulação. Os resultados mostram inibição parcial do crescimento micelial com o extrato de araçazeiro nas concentrações de 5, 10 e 15%. O extrato de carqueja apresentou redução na esporulação com o aumento da concentração. O extrato de pitanga mostrou-se estimulante na esporulação do patógeno na concentração de 20%. Ocorreu decréscimo do ICM com o aumento da concentração do óleo de alecrim. As concentrações de 250 e 375 mg.mL⁻¹ do óleo de alecrim reduziram a esporulação. Os extratos vegetais e o óleo de alecrim possuem efeito fungitóxico e fungistático em *B. oryzae*.

Palavras chave: Controle alternativo, Mancha parda, Atividade antifúngica.

Fungitoxicity of plant extracts and essential oil of rosemary in mycelial growth and sporulation of *Bipolaris oryzae*

Abstract: *Bipolaris oryzae* is one of the main pathogens that affect rice culture. Its control is based on the use of chemical fungicides. Given the need for less toxic control alternatives, the objective of this study was to evaluate the antifungal effect of aqueous extracts of strawberry guava (*Psidium* sp.), Surinam cherry (*Eugenia uniflora*), Pineapple guava (*Acca sellowiana*) and broom (*Baccharis trimera*) and essential oil of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on the fungus *B. oryzae*. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme (4x5), with four replications and treatments factors constituted by the four extracts with five concentrations (0, 5, 10, 15 and 20%) and for the essential oil the treatments were the concentrations (0, 62, 5 125, 250 and 375 mg.mL⁻¹). The Mycelial Growth Index (MGI) and sporulation were determined. The results infer partial inhibition with the extract of Pineapple guava in the concentrations of 5, 10 and 15%. There was a decrease in MGI according to the increase in the concentration of rosemary oil. The broom extract showed a decrease in sporulation, the higher its concentration. However, the extract of Surinam cherry presented a stimulating effect on the sporulation of the pathogen in the concentration of 20%. Rosemary oil, at concentrations of 250 and 375 mg.mL⁻¹, had the lowest sporulation values. Plant extracts and rosemary oil have a fungitoxic and fungistatic effect on *B. oryzae*.

Key words: Alternative control, Brown spot, Antifungal activity.

Introdução

O arroz encontra-se dentre as principais atividades econômicas do Brasil e, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB] (2015), o país destaca-se no cenário orizícola mundial como o nono maior produtor e o principal da América Latina. A cultura é convencionalmente produzida em grandes áreas e caracteriza-se pelo uso intensivo de máquinas e insumos agrícolas sintéticos, responsáveis pela degradação do meio ambiente e prejuízos a saúde humana. Frente a essa situação, tem se desenvolvido técnicas que procuram adaptar o sistema convencional de produção do arroz a um tipo de produção orgânica possibilitando a redução do impacto ambiental e agregação de valor a um produto diferenciado no mercado (Díaz-Dellavalle, 2012).

Segundo a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado [SOSBAI] (2015) a mancha parda causada por *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker está entre as principais doenças que afetam a cultura, manifestando-se em todos os estádios de desenvolvimento da planta, ocasionando lesões necróticas em plântulas, folhas, bainhas e glumela e causando redução significativa do poder germinativo das sementes com perdas entre 12 e 20% do peso do grão. De acordo com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina [EPAGRI] (2010), o controle da doença baseia-se na implementação do tratamento químico de sementes e na pulverização foliar de fungicidas.

Pesquisas relacionadas à exploração de alternativas de controle de doenças, compatíveis com o sistema orgânico de produção vêm sendo realizadas, dentre elas o uso de compostos com atividade antimicrobiana extraídos de plantas (Tripathi, Dubey, 2004 & Igbinosa et al., 2009). Grande parte das plantas possui resistência natural a patógenos, e esse mecanismo pode estar relacionado a compostos fungicidas produzidos naturalmente por elas (Salgado et al., 2003). Considerando esse aspecto, metabólitos podem ser extraídos de folhas, flores, sementes, e outras partes da planta, em forma de extrato aquoso, etanólico ou outros solventes (Singh et al., 1999), para utilização no controle de doenças.

O Rio grande do Sul possui uma grande diversidade de plantas nativas, dentre elas o araçazeiro (*Psidium* sp.), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), uvalheira (*E. pyriformis* Camb.), goiabeira serrana [*Acca sellowiana* (O. Berg

Burret)], todas da família Myrtaceae, e de medicinais como a carqueja [*Baccharis trimera* (Less.) DC.] e o alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) (Raseira et al., 2004). Estas espécies são comumente cultivadas por pequenos agricultores e que, além de já serem conhecidas na medicina popular, possuem potencial para aproveitamento no âmbito da agricultura familiar e de base ecológica.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito fungitóxico e fungistático dos extratos aquosos de araçazeiro, pitangueira, goiabeira-serrana e do óleo essencial de alecrim sobre o crescimento micelial e esporulação de *B. oryzae*.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Patologia de Sementes e Fungos Fitopatogênicos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel [FAEM] da Universidade Federal de Pelotas [UFPe].

O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Para os extratos aquosos utilizou-se esquema fatorial sendo, os fatores de tratamento constituídos por quatro extratos e cinco concentrações (0, 5, 10, 15 e 20%) e no caso do óleo essencial os tratamentos foram as diferentes concentrações (0,62,5 125, 250 e 375 mg.ml⁻¹).

Para o preparo dos extratos foram coletadas folhas de pitangueira (*E.uniflora*), araçazeiro (*Psidium* sp.), goiabeira-serrana (*A. sellowiana*) e carqueja (*B. trimera*) nos campos experimentais da Embrapa Clima Temperado. As folhas foram desinfestadas superficialmente com solução de hipoclorito de sódio 1% e trituradas (300g/L de água destilada). A planta de alecrim (*R. officinalis*) foi adquirida de distribuidora comercial, sendo a extração conduzida segundo a Farmacopeia Brasileira IV, pelo método de hidrodestilação através do extrator de Clevenger Agência Nacional de Vigilância Sanitária [ANVISA] (2010). Para isso foram pesados 100g de folhas e adicionados 500 mL de água destilada dentro de um balão de fundo redondo, sendo submetidos à extração por arraste de vapor por quatro horas, logo após o óleo foi seco com sulfato de sódio anidro e armazenado em refrigerador ao abrigo da luz.

A análise da constituição química do óleo essencial de alecrim foi determinada através de

cromatógrafo a gás (GC), associado ao espectrofotômetro de massas (MS), modelo GC/MS-QP 2010SE (Shimadzu, Japão). O óleo foi diluído em hexano e injetado no equipamento através do auto injetor AOC-20i. A quantificação do composto foi realizada através da área normatizada e a identificação dos compostos pela espectrofotometria de massas utilizando a biblioteca NIST 8 do GC/MS.

O fungo *B. oryzae* foi isolado a partir de sementes de arroz infestadas. O patógeno foi repicado para placas de Petri (90 x 15 mm) contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA). A identificação foi com base em observações microscópicas de estruturas como colônia, micélio e esporos, em microscópio óptico, comparando-as com as descrições da literatura (Sivanesan, 1987).

Para avaliar o efeito dos extratos vegetais no crescimento micelial de *B. oryzae*, estes foram diluídos em água destilada esterilizada para ajuste das concentrações em 0, 5, 10, 15 e 20% de cada extrato, incorporados em meio fundente (BDA + extrato) e vertidos em placas de Petri. Para ajuste das concentrações do óleo essencial foi realizada a diluição em Tween 80 (0,5%). Foram adicionados 50 mL de BDA em placas de Petri e, após a solidificação do meio, o óleo essencial de alecrim foi distribuído com auxílio de alça de Drigalsky sobre a superfície deste. Após a aplicação dos tratamentos, foi inoculado no centro de cada placa um disco de cinco mm de diâmetro de BDA contendo o material fúngico. As placas foram vedadas, identificadas e incubadas à temperatura de 25±2 °C e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram realizadas por medições do diâmetro micelial (média de duas medidas diametralmente opostas), utilizando-se paquímetro digital, a cada 24 horas a partir da instalação do experimento, perdurando até a sexta avaliação (representando o crescimento máximo), juntamente com observações da coloração da colônia e formação de setores (presença ou ausência). A partir dos resultados determinou-se o Índice de Crescimento Micelial (ICM) calculado através da fórmula apresentada a seguir:

$$ICM = \frac{C1 + C2 + \dots + Cn}{N1 + N2 + \dots + Nn}$$

Onde: ICM= crescimento micelial; C1, C2, ..., Cn = crescimento das colônias na primeira,

segunda e última avaliação; N1, N2, ..., Nn = número de dias.

Para a avaliação da esporulação foi preparada uma suspensão de esporos para cada tratamento através da adição de 50 mL de água destilada esterilizada às placas de Petri. Com o auxílio de um pincel realizou-se raspagem da colônia fúngica. A suspensão obtida foi filtrada, homogeneizada e, em seguida, quantificado o número de esporos com o auxílio de uma câmara de Neubauer. Durante a quantificação da esporulação foram realizadas observações quanto à morfologia dos conídios.

Os dados de ICM foram transformados para \sqrt{x} e analisados com os demais quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e a independência dos resíduos por análise gráfica. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). Constatando significância estatística, os efeitos do óleo e dos extratos foram comparados pelo teste de Waller-Duncan ($p \leq 0,05$) e, quando presente interação dos fatores de tratamento, a diferença mínima significativa (DMS) do teste foi plotada no gráfico, as diferenças entre os níveis do tratamento foram consideradas significativas quando não houve sobreposição das barras verticais. Os efeitos das concentrações foram avaliados por modelos de regressão ($p \leq 0,05$), conforme segue: $y = y_0 + ax + bx^2$ e $y = y_0 + ax$, onde: y = variável resposta; y_0 = variável resposta correspondente ao ponto mínimo da curva; a = valor máximo estimado para a variável resposta; b = declividade da curva; x = concentrações (%).

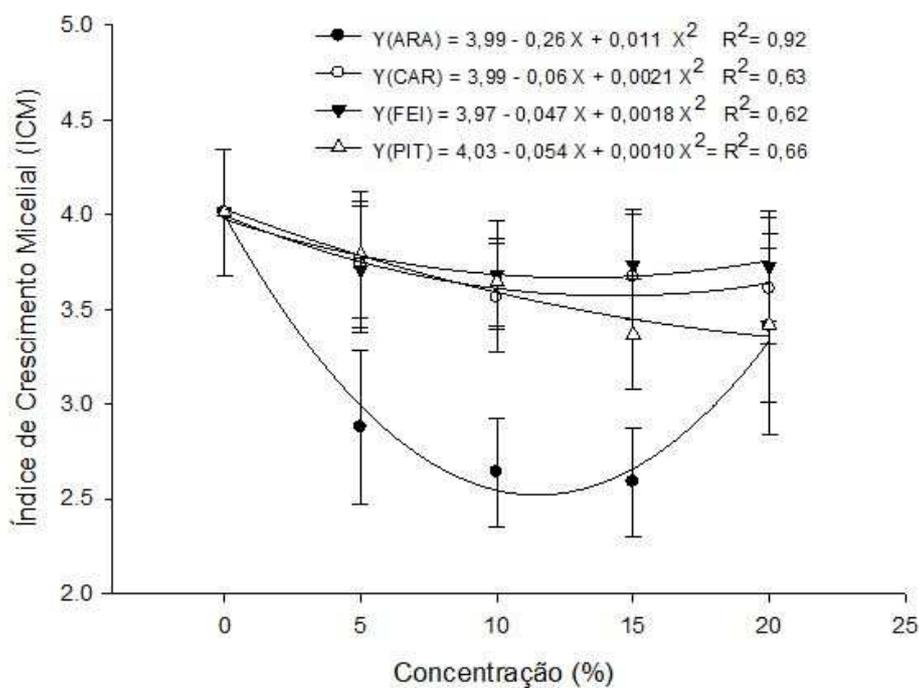
Resultados e discussão

O extrato de araçazeiro apresentou decréscimo do ICM ao longo das concentrações de 5, 10 e 15%, com diminuição de 29,7, 58 e 85%, respectivamente, quando comparado ao controle (Figura 1). Esses resultados evidenciaram o potencial fungistático do extrato aquoso de araçazeiro, em baixas concentrações, ou seja, provoca uma paralização ou atraso no crescimento do patógeno. Resultado similar foi relatado por Mazaro et al. (2013) ao utilizar extratos vegetais à base de *Calendula officinalis* L. sobre o fitopatógeno *Botrytis cinerea* Pers. nas concentrações de 2,5 e 5%. Existem relatos da presença de compostos fenólicos como terpenos, taninos, flavonoides e isoflavonóides na

composição do extrato de araçazeiro, sendo estes provavelmente responsáveis pela atividade

antimicrobiana observada em algumas concentrações (Tripathi & Dubey, 2004).

Figura 1 - Índice de crescimento micelial de *Bipolaris oryzae* em função da aplicação dos extratos vegetais nas concentrações testadas. (As barras verticais representam a DMS do teste de Waller-Duncan ($p \leq 0,05$)).



Foi observado acréscimo na curva do ICM na concentração de 20% do extrato de araçazeiro o qual se igualou aos valores obtidos para os demais extratos na mesma concentração, dessa forma não houve inibição do crescimento micelial do patógeno e sim um estímulo, quando comparada as concentrações de 5, 10 e 15% deste extrato. Barros (2015) e Venturoso et al. (2011) relataram estímulo do crescimento micelial em alguns fitopatógenos, como *Fusarium solani* (Mart) Sacc. e *Sclerotium rolfsii* Sacc. utilizando outros extratos vegetais. Estes autores propuseram a existência de algum componente do extrato que poderia estar ativando o crescimento micelial, em determinadas concentrações, ao invés de inibi-lo. Aliado a isso, alguns fitopatógenos possuem capacidade de biotransformar compostos provenientes de plantas, conduzindo a uma inibição parcial do efeito fungitóxico do extrato, ou seja, o patógeno é capaz de driblar a substância tóxica presente no meio, realizando assim a detoxificação através da conversão em substâncias atóxicas. Contudo,

não é possível afirmar se este efeito de detoxificação possa ser a causa do estímulo do

crescimento micelial nesta concentração, pois foi verificada inibição parcial nas demais concentrações. Dessa forma são necessárias novas pesquisas, incluído a caracterização dos compostos presentes neste extrato para melhor compreensão dos mecanismos envolvidos.

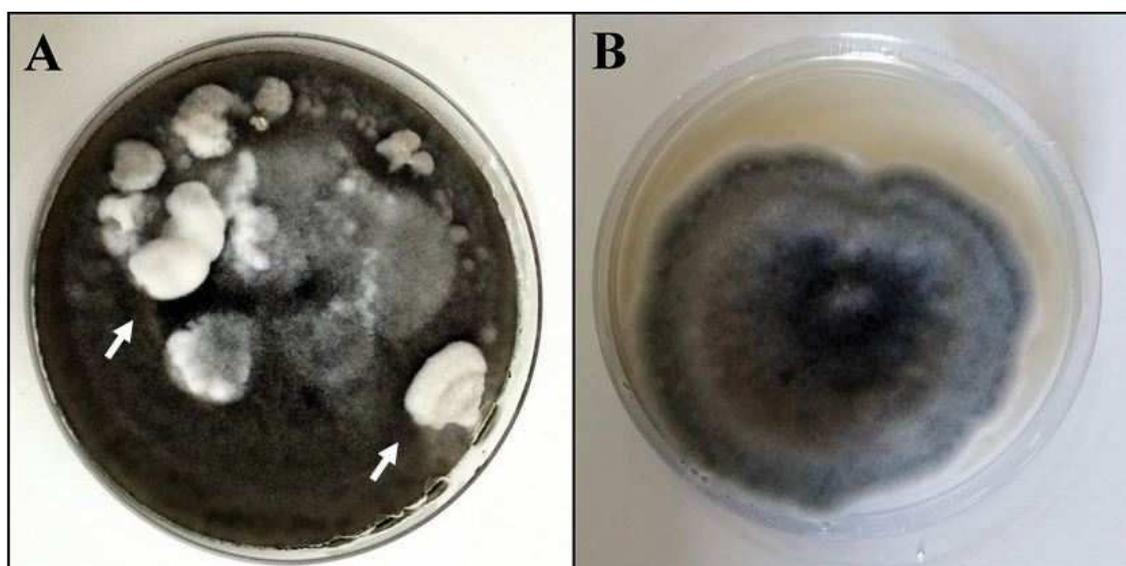
Além da atividade fungitóxica demonstrada em algumas concentrações do extrato de araçazeiro, foram observadas alterações na coloração das colônias, pois estas se apresentaram mais escuras em comparação a colônias cultivadas em meio sem extrato, além da formação de setores de coloração branca acinzentada (Figura 2). Setores são zonas que se iniciam normalmente com a mesma textura do micélio e se modificam em relação ao restante da colônia quanto à forma, coloração e número. Os setores são formados em culturas assexuadas e haploides dos fungos e estão relacionados à ocorrência de mutações somáticas (Mann et al, 2014). Essas mutações ocorrem por erros na

duplicação cromossômica durante a mitose devido ao desenvolvimento do fungo em condições de temperatura e nutrição adversas como também na presença de algum composto com ação fungitóxica. (Kistler & Miao, 1992). Comportamento semelhante foi relatado por Franzener et al. (2003) que verificaram alterações morfológicas nas colônias de *Bipolaris sorokiniana*, sobretudo na cor, pois se apresentaram escuras, quase negras, em BDA, e assumiram coloração esbranquiçada com o aumento das concentrações do extrato aquoso de cânfora.

Os extratos de carqueja, goiabeira-serrana e pitangueira, nas concentrações de 15 e 20%

apresentaram decréscimo do ICM quando comparados ao controle, sendo o extrato de carqueja, com decréscimos de 34,4 e 51%, respectivamente (Figura 1). Este comportamento é conhecido como dose dependente, ou seja, o aumento da concentração é inversamente proporcional ao crescimento do patógeno, o mesmo relatado por Bernardo et al. (2015) utilizando extrato vegetal à base de manjerição (*Ocimum basilicum* L.), carqueja (*B. trimera*) e cardo santo (*Cnicus benedictus* L.), sobre vários fitopatógenos, dentre eles *Rhizoctonia solani* Kuhn e *Sclerotium rolfsii* Sacc.

Figura 2 - Colônias de *Bipolaris oryzae* em meio de cultura. **A)** com extrato vegetal de araçazeiro e **B)** meio de cultura sem adição de extrato vegetal. As flechas indicam a formação de setores na colônia.



Alguns autores mencionam a presença de compostos antimicrobianos no óleo essencial e nos extratos de carqueja, dentre eles o α -pineno, β -pineno, carquejol e acetato de carquejila são comumente encontrados em maior quantidade (Xavier et al, 2011 & Suzuki et al, 2016). Segundo Rodrigues et al. (2010) alguns compostos como taninos e flavonoides podem ser encontrados na pitangueira, onde os taninos e flavonóides são conhecidos como componentes polifenólicos distribuídos em plantas. Dessa forma é possível que a interação destes compostos com o fungo seja responsável pela inibição do crescimento em determinadas concentrações.

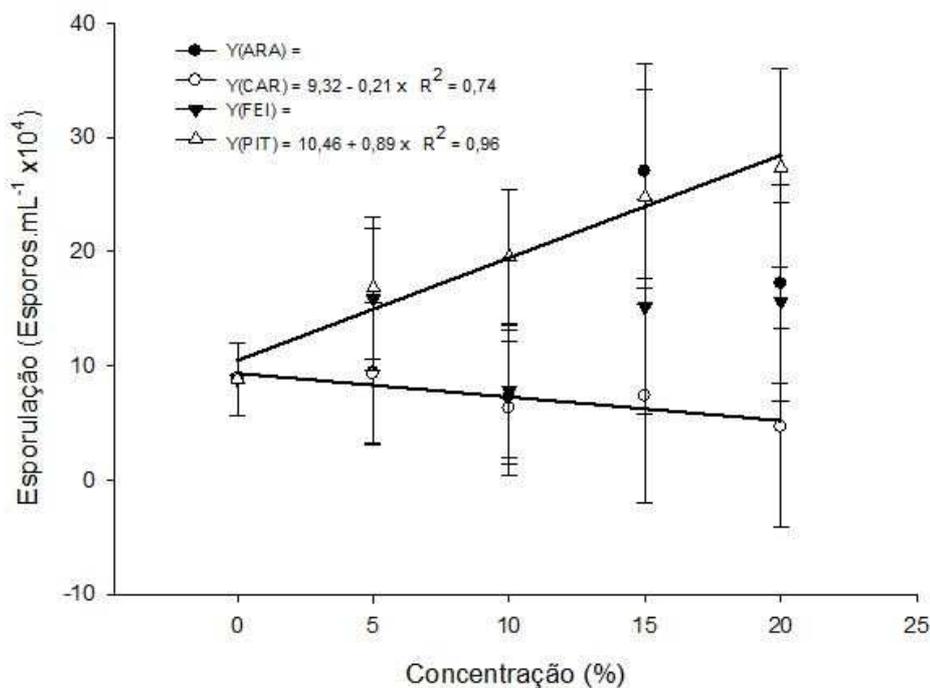
Para a variável esporulação somente os extratos de carqueja e pitangueira se ajustaram a

modelos de regressão (Figura 3). O extrato de carqueja apresentou comportamento antiesporulante (ou genestático) conforme o aumento de sua concentração, ou seja, quanto maior a concentração exposta ao patógeno menor a sua esporulação, sendo que a concentração de 20% reduziu cerca de 40% a esporulação em relação às demais. Em contrapartida o extrato de pitangueira apresentou efeito contrário ao extrato de carqueja, estimulando a esporulação. Cabe ressaltar que a concentração de 20% do extrato de pitangueira apresentou esporulação maior que o controle 0%, sugerindo que algum componente deste extrato estimula a esporulação de *B. oryzae*. Ao avaliar o efeito do extrato em pó de açafraão da terra

(*Curcuma longa* L.) sobre a esporulação de *B. oryzae*, Dorneles et al. (2017) observou redução na esporulação dos três isolados à medida que se

elevou a concentração do extrato, havendo inibições na ordem de 82,7, 84,2, e 83,3%.

Figura 3 - Esporulação (Esporos.mL⁻¹ x10⁴) de *Bipolaris oryzae* em função da aplicação dos extratos vegetais nas concentrações testadas. (As barras verticais representam a DMS do teste de Waller-Duncan (p≤0,05)).



O composto majoritário da amostra do óleo de alecrim foi o cineol na concentração de 42,12%. O óleo de alecrim proporcionou diminuição do índice de crescimento micelial conforme o aumento das concentrações testadas, sendo que os menores ICM's foram obtidos com as concentrações de 250 e 375 mg.mL⁻¹. Comparando as concentrações observa-se que ao utilizar 63,5 mg.mL⁻¹ o crescimento de *B. oryzae* foi 37% menor quando comparado com o controle (0 mg.mL⁻¹), já a partir da concentração 125 mg.mL⁻¹ o patógeno apresentou um crescimento 60% menor, em relação ao controle (0 mg.mL⁻¹) e conforme aumentou-se a concentração o crescimento foi diminuindo (Figura 4).

Hillen et al. (2012) observou que o óleo essencial de alecrim inibiu 100% do crescimento micelial de *R. solani* em todas as concentrações testadas (20, 40, 60, 100, 200, 500 e 1000 µL). Este resultado também foi observado no presente trabalho, onde na concentração de 375 mg.mL⁻¹ não foi observado crescimento micelial e nas menores concentrações observou-se redução de crescimento.

A menor esporulação de *B. oryzae* foi obtida nas maiores concentrações, 250 e 375 mg.mL⁻¹, (0,12x10⁴ e 1,12x10⁴ esporos.mL⁻¹, respectivamente) diferenciando-se estatisticamente das demais. A maior esporulação foi observada na concentração 62,5 mg.mL⁻¹ (29,0 x10⁴ esporos.mL⁻¹) e quando comparada com o controle foi 70% maior (18,68 x10⁴ esporos.mL⁻¹). A partir da concentração 125 mg.mL⁻¹ a esporulação foi 74% menor (6,56 x10⁴ esporos.mL⁻¹) em relação ao controle, e a medida que se aumentou as concentrações a esporulação foi reduzida (Figura 5). Nascimento (2017) observou inibição de 100% da esporulação quando foi utilizado o óleo essencial de alecrim sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc.

O óleo essencial de alecrim é constituído por linalol, 1,8-cineol, α-pineno, borneol, cânfora, acetato de isobomila, valerianato de isonila, ácido cítrico, glicólico, glicínico, rosmarínico, colina, pectina e rosmarictina (Maia, 2014), dentre outros compostos que agem na membrana citoplasmática dos microrganismos. Millezi et al. (2013), relataram que atividade biológica dos

óleos essenciais é influenciada por diferenças por constituintes químicos, resultantes de propriedades geneticamente determinadas das plantas, idade da planta, sazonalidade, disponibilidade hídrica, temperatura, entre outros, porém é importante destacar que devido à

complexidade da composição química de um óleo, torna-se difícil relacionar a atividade biológica com as substâncias presentes.

Figura 4 - Índice de crescimento micelial de *Bipolaris oryzae* em função da aplicação do óleo essencial de alecrim em diferentes concentrações. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).

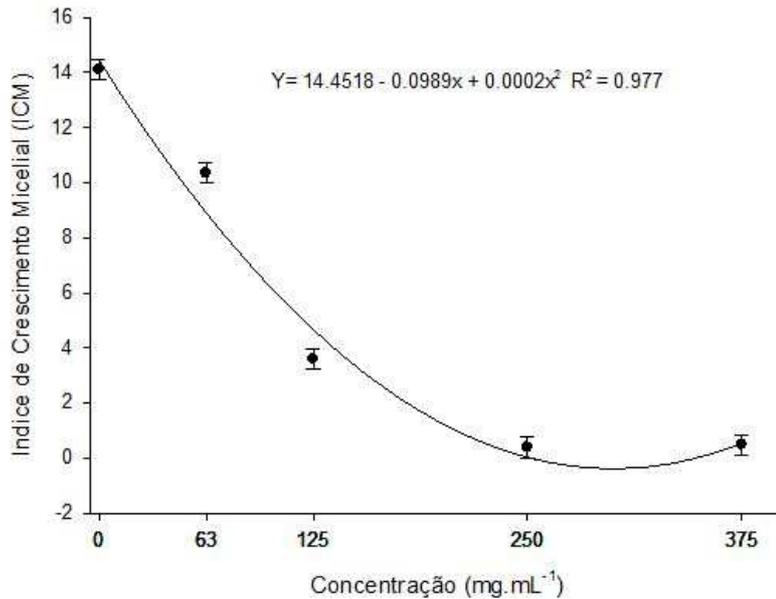
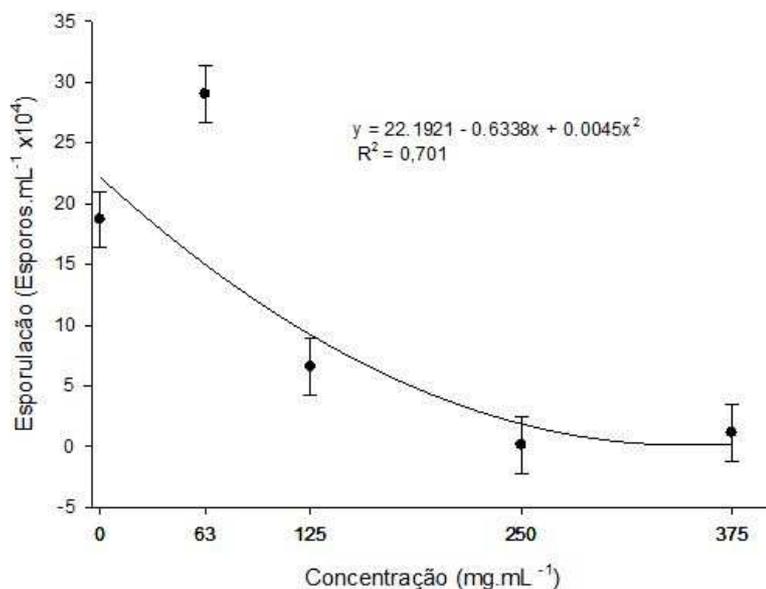


Figura 5 - Esporulação (Esporos/mL) de *Bipolaris oryzae* em função da aplicação do óleo essencial de alecrim nas diferentes concentrações. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).



Conclusão

O extrato de araçazeiro é promissor na inibição e paralisação do crescimento micelial de *Bipolaris oryzae*.

O extrato de carqueja apresenta efeito antiesporulante em *Bipolaris oryzae*, ao contrário do extrato de pitangueira que estimula sua esporulação.

O óleo de alecrim apresenta efeito fungitóxico sobre o crescimento micelial e esporulação *in vitro* de *Bipolaris oryzae*.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [CAPES] pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado e à Embrapa Clima Temperado pelo fornecimento das plantas para produção dos extratos vegetais.

Referências

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2010). *Farmacopeia Brasileira IV* (904p) Brasília: ANVISA.
- Barros, L. S. (2015). *Controle de fitopatógenos com extratos vegetais* (78f). Tese de Doutorado, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Brasil.
- Bernardo, R., Schwan-Estrada, K. R. F., Stangarlin, J. R., Oliveira, J. S. B., Cruz, M. E. S., & Mesquini, R. M. (2015). Atividade fungitóxica *in vitro* de extratos vegetais sobre o crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. *Scientia Agraria Paranaensis*, 14 (2), 89-93. doi: 10.18188/1983-1471/sap.v14n2p89-93.
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2015). *Dados estatísticos publicados no período: 20 a 25.08.2015*. On-line. Recuperado em 17 de novembro, 2017, de <http://www.conab.gov.br>.
- Díaz-Dellavalle, P., Cabrera, A., Alem, D., Larranaga, P., Ferreira, F., & Rizza, M. D. (2012). Antifungal activity of medicinal plant extracts against phytopathogenic fungus *Alternaria* spp. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71 (2), 231-239.
- Dorneles, K. R., Pazdiora, P. C. Silva, F.J. A., Moccellini, R., & Farias, C. R. J. (2017). Control of *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) using *Curcuma longa* (Linnaeus) extract and effect of this extract on rice seed physiology. *Revista Caatinga*, 31(1), 99-105.
- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. (2010). *Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina (pré-germinado)* (132p). Florianópolis: Epagri Sistemas de Produção.
- Franzener, G., Stangarlin, J. R., Scwan-Estrada, K. R. F., & Cruz, M. E. S. (2003). Atividade antifúngica e indução de resistência em trigo a *Bipolaris sorokiniana* por *Artemisia camphorata*. *Acta Scientiarum*. 25 (2), 503-507. doi: 10.4025/actasciagron.v25i2.2124.
- Hillen, T., Scwan-Estrada, K. R. F., Mesquini, R. M., Cruz, M. E. S., Stangarlin, J. R., & Nozaki, M. (2012). Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes. *Revista Brasileira de Plantas Medicináveis*, 14 (3), 439-445. doi: 10.1590/S1516-05722012000300003.
- Igbinosa, O. O., Igbinosa, E.O., & Aiyegoro, O. A. (2009). Antimicrobial activity and phytochemical screening of stem bark extracts from *Jatropha curcas* (Linn). *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(2), 58-62.
- Kistler, H. C., & Miao, V. P. (1992). New modes of genetic change in filamentous fungi. *Annual Review Phytopathology*, 30, 131-152. doi: 10.1146/annurev.py.30.090192.001023.
- Maia, A. J., Schwan-Estrada, K. R. F., Faria, C. M. D. R., Oliveira, J. S. B., Jardinetti, V. A., & Batista, B. N. (2014). Óleo essencial de alecrim no controle de doenças e na indução de resistência em videira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49 (5), 330-339. doi: 10.1590/S0100-204X2014000500002.
- Mann, M. B., Spadari, C. C., Feltrin, T., Frazzon, A. P. G., Germani, J. C., & Sand, S. T. V. D. (2014). Genetic variability of *Bipolaris sorokiniana* isolates using URP-PCR. *Tropical Plant*

- Pathology*, 39 (2), 163-171. doi: 10.1590/S1982-56762014000200007.
- Mazaro, S.M., Fogolari, H, Wagner Jr., A., Citadin, I., & Santos, I. (2013). Potencial de extratos à base de *Calendula officinalis* L. na indução da síntese de fitoalexinas e no efeito fungistático sobre *Botrytis cinerea*, in vitro. *Revista Brasileira Plantas Mediciniais*, 15 (2), 208-216. doi: 10.1590/S1516-05722011000500019.
- Millezi, A. F., Baptista, N. N., Caixeta, D. S., Rossoni, D. F., Cardoso, M. G., & Piccoli, R. H. (2013). Caracterização e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 15 (3), 373-379. doi: 10.1590/S1516-05722013000300010.
- Nascimento, D. M. (2017). *Efeito do tratamento de sementes de pimentão com óleos essenciais sobre o controle de Colletotrichum gloeosporioides e o potencial fisiológico das sementes* (64f). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.
- Raseira, M. C. B., Antunes, L. E. C., Trevisan, R., & Gonçalves, E. D. (2004). *Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil* (Documento, n. 129, 214p). Pelotas: Embrapa Clima Temperado.
- Rodrigues, N. M., Sandini, T. M., & Perez, E. (2010). Avaliação farmacognóstica de folhas de *Eugenia uniflora* L., Myrtaceae (Pitangueira), advindas da cidade de Guarapuava, PR. *Biosaúde*, 12(1), 2-14.
- Salgado, A. P. S. P., Cardoso, M. G., Souza, P. E., Souza, J. A., Abreu, C. M. P., & Pinto, J. E. B. P. (2003). Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolaris sorokiniana*. *Ciência e Agrotecnologia*. 27 (2), 49-254. doi: 10.1590/S1413-70542003000200001.
- Singh, N., Awasthi, C. P., & Singh, N. (1999). Biochemical composition and nutritive value of promising collections of elephant foot yam (*Amorphophallus campanulatus* (Roxb)). *Vegetation Science*, 26, 186-187.
- Sivanesan, A. (1987). *Graminicolous species of Bipolaris, Curvularia, Drechslera, Exserohilum and their teleomorphs* (261p). Ferry Lane: C.A.B. International Mycological Institute.
- Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. (2015). *Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil*. Recuperado em 26 novembro 2017, de http://www.sosbai.com.br/docs/Boletim_RT_2015.pdf.
- Suzuki, E. Y., Caneshi, C. A., Fochat, R. C., Brandão, M. A. F., & Raposo, N. R. B. (2016). Antimicrobial activity of essential oil from *Baccharis trimera* (Less.) DC. (carqueja-amarga). *Revista Cubana de Plantas Mediciniais*, 21(3), 346-358.
- Tripathi, P., & Dubey, N. (2004). Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 32 (3), 325-245. doi: 10.1016/j.postharvbio.2003.11.005.
- Venturoso, L. R., Bacchi, L. M. A., Gavassoni, W. L., Conus, L. A., Pontim, C. A., & Bergamin, A. C. (2011). Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. *Summa Phytopathologica*, 37 (1), 18-23. doi: 10.1590/S0100-54052011000100003.
- Xavier, V.B., Vargas, R.M.F., Cassel, E., Lucas, A.M., Santos, M.A., Mondin, C.A., Santarem, E.R., Astarita, L.V., & Sartor, T. (2011). Mathematical modeling for extraction of essential oil from *Baccharis* spp. by steam distillation. *Industrial Crops and Products*, 33 (3), 599-604. doi: 10.1016/j.indcrop.2010.12.019.

Recebido em: 02/04/2018
 Aceito em: 31/08/2018