

## Prospecção de plantas bioativas no controle do complexo de sigatoka em bananeira

### *Bioactive plant prospecting for the sigatoka disease complex control of banana*

André Boldrin Beltrame<sup>1</sup>, Beatriz Melchiorretto<sup>2</sup>, Alessandro Borini Lone<sup>3</sup>,  
Andrey Martinez Rebelo<sup>4</sup>

**RESUMO:** O complexo de Sigatoka é umas das principais doenças da bananeira e a aplicação de agrotóxicos é uma importante ferramenta de controle dessa doença. Porém, a demanda por estratégias de controle de doenças de plantas mais seguras tem motivado a busca por produtos alternativos. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi estudar o efeito de preparados de plantas nas interações bananeira – *Pseudocercospora* sp. Para isso, analisou-se o efeito de diversas concentrações de extratos hidroalcoólicos (capim limão miúdo, guaco e quebra-pedra), óleo essencial (capim limão miúdo, eucalipto e melaleuca) e hidrolato (capim limão miúdo) no número de colônias de *P. fijiensis* e *P. musae* em meio de cultura. Além disso, foi estudada a eficiência dos óleos essenciais no controle do complexo de Sigatoka em folhas de bananeiras naturalmente infectadas. Verificou-se que os óleos essenciais, o hidrolato e os extratos hidroalcoólicos inibiram em até 100%, 76% e 52%, respectivamente, o crescimento de *P. fijiensis* *in vitro*. Os óleos essenciais e o extrato de quebra-pedra inibiram em 100% o crescimento *in vitro* de *P. musae*. Porém, nenhum óleo essencial reduziu os sintomas de Sigatoka em de bananeira.

**Palavras-chave:** Óleo essencial. Extrato hidroalcoólico. Hidrolato. *Mycosphaerella* sp.

**ABSTRACT:** The Sigatoka complex is one of the banana's main diseases and the application of pesticides is an important tool to control this disease. However, the demand for safer plant disease control strategies has motivated the search for alternative products. Current paper studies the effect of plant treatments on banana interactions – *Pseudocercospora* sp. The effect of several concentrations of hydroalcoholic extracts (lemon grass, guaco and *Phyllanthus nururi*), essential oil (lemon grass, eucalyptus and melaleuca) and hydrolate (lemon grass) on the number of colonies of *P. fijiensis* and *P. musae* in culture medium is evaluated. The efficaciousness of essential oils against Sigatoka complex in naturally infected banana leaves was studied. Results showed that essential oils, hydrolate and hydroalcoholic extracts inhibited the growth of *P. fijiensis* *in vitro* by up to 100%, 76% and 52%, respectively. Essence oils and *Phyllanthus nururi* extract inhibited the growth of *P. musae* *in vitro* by 100%. However, no essential oil reduced the symptoms of Sigatoka in banana.

**Keywords:** Essential oil. Hydro-alcohol extract. Hydrolate. *Mycosphaerella* sp.

---

**Autor correspondente:**

André Beltrame: [andrebeltrame@epagri.sc.gov.br](mailto:andrebeltrame@epagri.sc.gov.br)

Recebido em: 10/07/2020

Aceito em: 17/03/2021

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo. Doutor em fitopatologia. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Itajaí (SC), Brasil.

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma. Técnica da Associação de Bananicultores de Luiz Alves (ABLA), Luiz Alves (SC), Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo. Doutor em fitotecnia. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Itajaí (SC), Brasil.

<sup>4</sup> Farmacêutico. Doutor em química analítica. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Itajaí (SC), Brasil.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o sétimo maior produtor de banana no mundo (FAOSTAT, 2020). Essa frutífera é cultivada em todo território nacional, sendo São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina os principais Estados produtores (EPAGRI/CEPA, 2019).

A bananicultura é a segunda frutífera no Estado de Santa Catarina em relação ao valor bruto de produção, sendo superado na pela cultura da maçã. Nesse Estado, a produção de banana se concentra no litoral norte-catarinense predominando cultivares do subgrupo Cavendish, como banana nanica, também conhecida como caturra. Além disso, a importância econômica e social da bananicultura em Santa Catarina tem sido reconhecida, onde, cerca de 3.181 famílias desenvolvem o cultivo de banana (EPAGRI/CEPA, 2019).

Entre as principais doenças que atacam a bananeira, está o complexo de Sigatoka, que é formado por três espécies de *Pseudocercospora*. A Sigatoka amarela, que tem o fungo *P. musae* (teleomorfo: *Mycosphaerella musicola*) como agente causal, a Sigatoka negra, causada pelo fungo *P. fijiensis* (teleomorfo: *Mycosphaerella fijiensis*) e a mancha foliar eumusae, que tem como agente causal *P. eumusae* (teleomorfo: *Mycosphaerella eumusae*), que ainda não foi relatada no Brasil (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; FRIESEN, 2016).

Os sintomas da Sigatoka amarela e Sigatoka negra são semelhantes. Após a infecção de *P. musae*, observa-se uma leve descoloração, evoluindo para estrias de coloração amarela paralelas às nervuras secundárias. Com o crescimento das estrias observam-se manchas negras necróticas alongadas, que evoluem para lesões com centro cinza e bordos pretos, circundados por halo clorótico. Os sintomas de Sigatoka negra são de estrias de cor marrom, que evoluem para manchas negras, geralmente sem halo amarelo (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005). Além desses sintomas nas folhas, *Pseudocercospora* sp. também provocam alterações fisiológicas nas plantas, como redução da taxa de fotossíntese, bem como redução da produção e qualidade de fruto (CHILLET *et al.*, 2013; RODRÍGUEZ-GAVIRIA; CAYÓN, 2008).

O complexo de Sigatoka é de difícil controle, portanto, devem ser empregadas diversas medidas para que haja bom nível de controle da doença. As principais ferramentas para o controle do complexo de Sigatoka são os métodos cultural e químico, sendo que esse último pode chegar a 56 aplicações por ano em condições favoráveis para o desenvolvimento da doença (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; JIMÉNEZ; BRIOSO, 2018).

O mau uso de agrotóxicos para o controle de doenças pode provocar o desenvolvimento de raças de patógenos resistentes aos fungicidas e contaminação do ambiente, dos animais e do homem. Dessa forma, diferentes estratégias devem ser utilizadas para minimizar os danos provocados pelos agrotóxicos, como a busca de novas formulações mais seguras e eficientes para o controle de doenças, como ativos de plantas bioativas que apresentam uma diversidade química de moléculas com ação antimicrobiana. Por exemplo, compostos ativos extraídos de

plantas pertencentes aos gêneros *Elionurus*, *Mikania*, *Phyllanthus*, *Eucalyptus* e *Melaleuca* inibiram o crescimento *in vitro* de *Botrytis cinerea*, *Diplodia macrospora*, *Alternaria solani*, *Fusarium moniliforme* e *Lasiodiplodia theobromae*, respectivamente (FULLER, 2013; KHANAL; PAUDEL; BUDATHOKI, 2017; LORENZETTI *et al.*, 2020; SADANA; DIDWANIA, 2019; VIANA *et al.*, 2020).

Os agentes causais do complexo de Sigatoka da bananeira também podem ser inibidos por compostos extraídos de plantas. Estudos *in vitro* mostraram que tanto o crescimento micelial, quanto a germinação de esporos de *P. musae* foram inibidos por extratos de folhas de *Orthosiphon diffuses* e *Redermachera xylocarpa* (AMAN; RAI, 2015). Já os óleos essenciais de *Pimenta dioica*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Origanum vulgare*, *Artemisia ludoviciana*, *Origanum majorana* inibiram o crescimento micelial de *P. fijiensis* (GUTIÉRREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2018). São escassos os trabalhos que avaliam o efeito de preparados de plantas para o controle do complexo de Sigatoka em bananeiras sob condições de campo. Um exemplo é o óleo essencial de melaleuca, que reduziu o tamanho de lesões provocadas por *P. fijiensis* (REUVENI; SANCHES; BARBIER, 2020).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de extratos hidroalcoólico de capim limão miúdo, guaco e quebra-pedra; óleo essencial de capim limão miúdo, eucalipto e melaleuca; e hidrolato de capim limão miúdo no número de colônias de *P. fijiensis* e *P. musae* em meio de cultura, bem como a eficiência dos óleos essenciais no controle da Sigatoka em folhas de bananeiras naturalmente infectadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Estação Experimental de Itajaí da Empresa de Pesquisa Agropecuária Extensão Rural de Santa Catarina (EEI/Epagri). A EEI está situada na mesorregião do Vale do Itajaí do Estado de Santa Catarina (Latitude 26° 57' 57" Sul, Longitude 48° 48' 01" Oeste, altitude 2 m) e possui clima é subtropical úmido (Cfa na classificação de Köppen). Os extratos, óleos essenciais e hidrolato foram extraídos no Laboratório de Óleos Essenciais e Extratos e os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia e na área experimental do Grupo de Fruticultura.

### 2.1 OBTENÇÃO DOS PREPARADOS DE PLANTAS BIOATIVAS

Folhas de capim limão miúdo (*Elionurus latiflorus*), eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), guaco (*Mikania glomerata*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) e quebra pedra (*Phyllanthus amarus*) foram coletadas na Coleção da EEI (CGEN 105/2013).

Para obtenção dos extratos fluídos, as plantas foram colhidas, secas em estufa a 45 °C por 72 h (BRASIL, 2018) e moídas em moinho de facas. Amostras de aproximadamente 300 g de planta seca foram inseridas em 900 mL de solução extratora [álcool 50% (v/v)], por sete dias sob agitação constante e sob escuro. Utilizou-se volume de solução extratora que pudesse cobrir a droga seca e após o período de sete dias de extração o líquido foi separado da biomassa sólida e concentrado a 40 °C sob pressão negativa, em rotaevaporador, até que atingisse volume igual à massa de planta empregada no preparo (m/v). Em seguida, os extratos foram centrifugados a 10.000 rpm por 20 min, filtrados através de membranas filtrantes estéril com porosidade de 0,2 µm e conservados a -18°C.

Para a obtenção dos óleos essenciais e hidrolato, as folhas desidratadas ao ar livre por 24 horas foram picadas e inseridas em balão volumétrico envolvido em manta aquecida, conectado a um *cleverger* e a um condensador para resfriamento do vapor e posterior separação do óleo e do hidrolato. A extração por destilação foi feita por 2h e os óleos e hidrolatos foram armazenados em frascos âmbar e conservados a -18°C.

## 2.2 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE *IN VITRO* DOS PREPARADOS DE PLANTAS BIOATIVAS

Um isolado de *P. musae* e um de *P. fijiensis*, da coleção de isolados de microrganismos do Laboratório de Fitopatologia da EEI (LFEEI), mantidos em papel de filtro estéril a -20°C, foram repicados para meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) e mantidas em estufa tipo BOD a 25 °C e 12 h luz. Após 20 dias, uma colônia de cada isolado foi transferida para cadinho estéril e macerada com auxílio de pistilo estéril. Em seguida, foi acrescentada água destilada esterilizada no macerado e a concentração foi ajustada, com auxílio de um hemacitômetro, para  $5 \cdot 10^5$  ufc mL<sup>-1</sup>. Alíquotas de 50 µL dos macerados foram adicionadas em placas de Petri (90 mm de diâmetro) preenchidas com meio de cultivo BDA acrescido com 0%; 1%; 5%; 10%; 15% ou 20% (v/v) de extratos fluídos ou hidrolato, ou 0%; 0,012%; 0,025%; 0,05%; 0,1% ou 0,2% (v/v) de óleo essencial emulsionado em Tween 20 (1:1, v/v), além dos controles 0,2% Tween 20 e 0,01% fungicida propiconazol (25% m/v). As alíquotas foram espalhadas com alça de Drigalsky, as placas foram vedadas com filme PVC e mantidas em estufa tipo BOD a 25 °C e 12 h luz. A avaliação do número de colônia em cada placa foi realizada seis dias após a repicagem. Cada tratamento foi composto por quatro repetições.

## 2.3 AVALIAÇÃO DOS PREPARADOS DE PLANTAS BIOATIVAS NO CONTROLE DO COMPLEXO DE SIGATOKA EM FOLHAS DE BANANEIRAS

As avaliações da eficiência dos preparados de plantas bioativas sobre os sintomas do complexo de Sigatoka em folhas de bananeira foram realizadas de acordo com a metodologia

proposta por Moraes; Lima; Santos (2016). Para isso, bananeiras pertencentes ao genótipo diploide melhorado BAGBAN 125 (AA) da coleção de EEI, tiveram a extremidade distal direita da primeira folha totalmente aberta pulverizada com óleo essencial (0,1%, 0,5% ou 2,5%) emulsionado em Tween 20 (1:1, v/v), além dos controles 2,5% Tween 20, água destilada ou fungicida propiconazol (0,4 L produto comercial ha<sup>-1</sup>). Após sete dias, cinco lesões por folha, provenientes de infecção natural, foram marcadas e avaliadas semanalmente por oito semanas. A avaliação do desenvolvimento das lesões foi realizada com escala de notas (estádio 1 = 20 pontos, estágio 2 = 40 pontos, estágio 3 = 80 pontos, estágio 4 = 160 pontos, estágio 5 = 320 pontos e estágio 6 = 640 pontos). Com os valores obtidos, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de cada tratamento (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Os tratamentos foram compostos por cinco repetições e cada repetição foi composta por uma planta. As bananeiras foram cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo, que apresentava as características químicas de acordo com a Tabela 1, e manejadas de acordo com as recomendações técnicas da cultura (LIVRAMENTO; NEGREIROS, 2017), porém sem a aplicação de agrotóxicos.

**Tabela 1.** Análise descritiva dos atributos químicos do solo para a camada de 0,00-0,20 m

| pH <sup>(1)</sup> | P                          | K    | Ca <sup>2+</sup>                  | Mg <sup>2+</sup> | H+Al | CTC <sup>(2)</sup> | MO <sup>(3)</sup> | V <sup>(4)</sup> | Clay               |
|-------------------|----------------------------|------|-----------------------------------|------------------|------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|
|                   | ...mg dm <sup>-3</sup> ... |      | .....cmolc dm <sup>-3</sup> ..... |                  |      |                    | .....% .....      |                  | g kg <sup>-1</sup> |
| 4,9               | 13,7                       | 77,8 | 3,2                               | 1,5              | 7,2  | 19,39              | 2,0               | 40,58            | 43                 |

(1) pH em H<sub>2</sub>O; (2) CTC: Capacidade de troca de cátions; (3) MO: Matéria orgânica; (4) V: Saturação por bases.

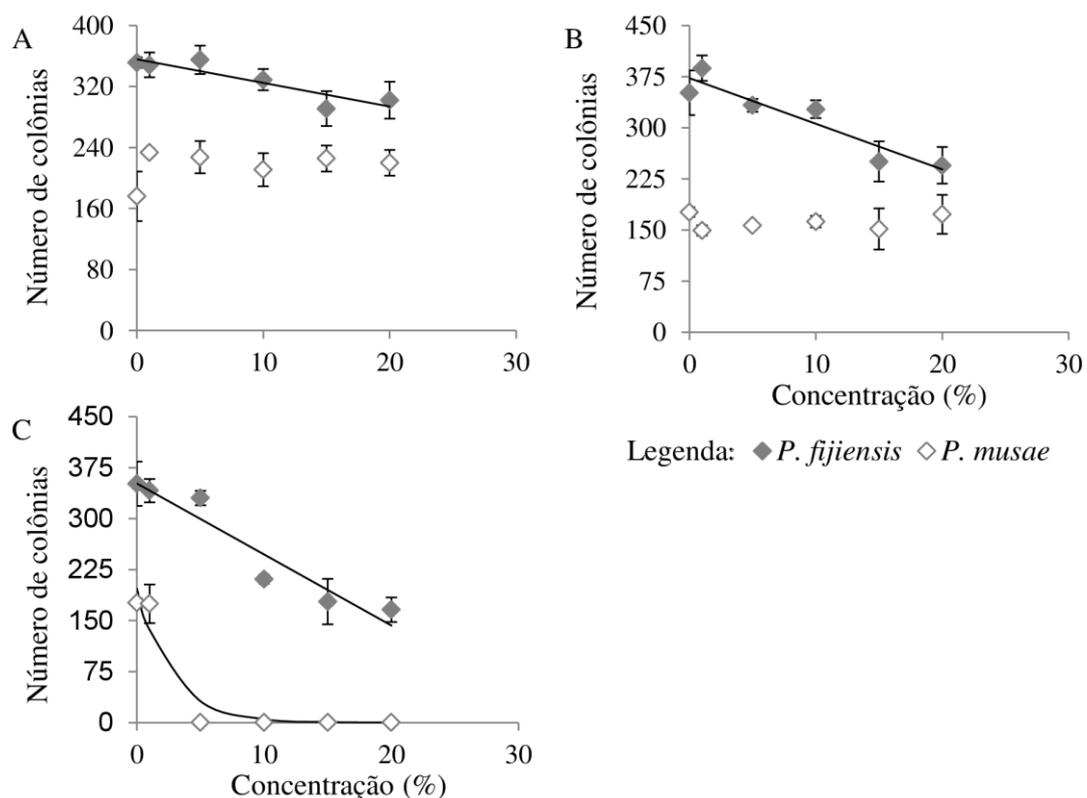
### 2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso. As análises estatísticas foram realizadas no software R. Com a utilização do pacote ExpDes.pt, foram efetuados o teste de Shapiro-Wilk, para a normalidade dos erros e o teste de Bartlett, para a homogeneidade de variância. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os ajustes das curvas foram avaliados os modelos linear, quadrático, linear *plateau*, quadrático *plateau* e exponencial com o pacote *easyreg*. Foram utilizados o critério de informação de Akaike (AIC), o critério de informação Bayesiano (BIC), o erro absoluto médio (MAE), o coeficiente de determinação R<sup>2</sup>, a raiz quadrada do erro médio (RMSE) e a significância dos parâmetros dos modelos pelo teste t; para determinar o melhor modelo para cada tratamento testado para cada fitopatógeno. Finalmente, com base no modelo selecionado, foi calculado o valor aproximado da dose efetiva mediana (ED<sub>50</sub>), ou seja, a concentração do produto necessária para inibir em 50% o número de colônia por placa.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

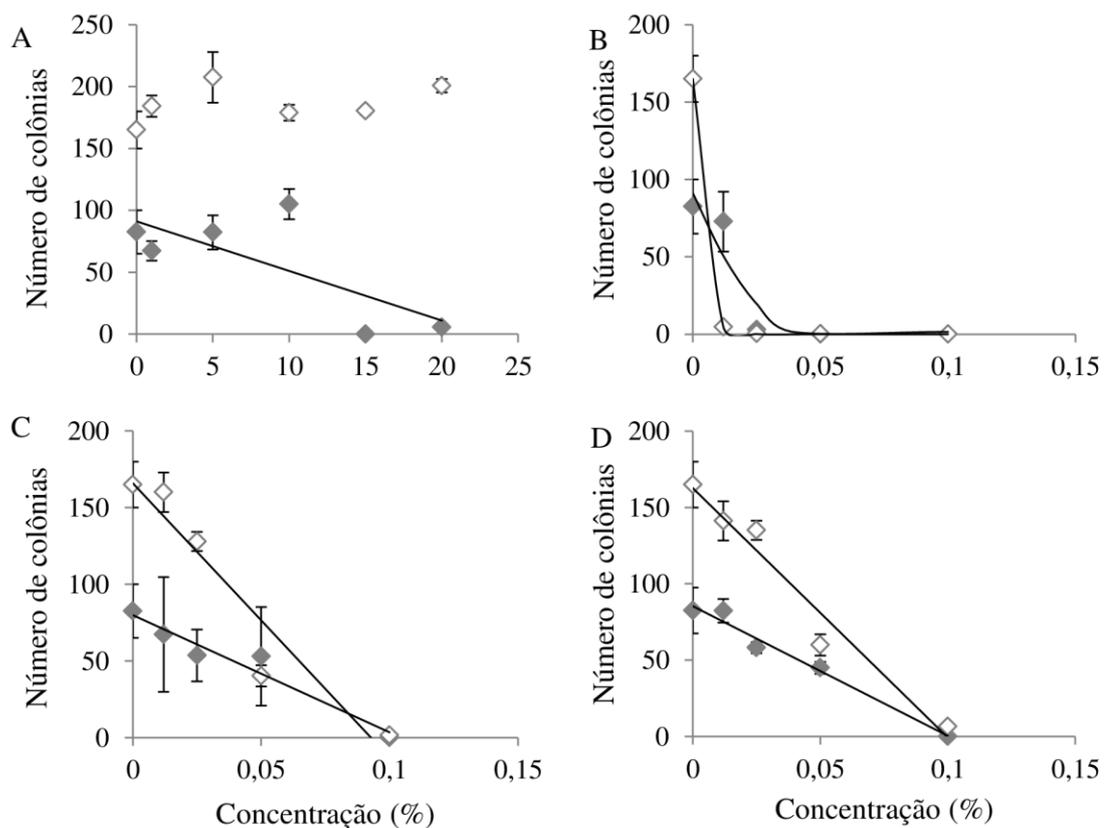
#### 3.1 AVALIAÇÃO *IN VITRO* DOS PREPARADOS DE PLANTAS BIOATIVAS SOBRE O NÚMERO DE COLÔNIAS DE *P. musae* e *P. fijiensis*

Como verificado na Figura 1, os extratos de capim limão miúdo, guaco e quebra pedra inibiram o número de colônias de *P. fijiensis* em placas de Petri em 14%, 30% e 52%, respectivamente, na maior dose avaliada (20%). O extrato de quebra pedra não inibiu o número de colônias de *P. fijiensis* em concentrações menores ou iguais que 5% (Figura 1C), porém, a partir da concentração de 5%, esse extrato inibiu o número de colônia de *P. musae* em 100% (Figura 1C). Os extratos de capim limão miúdo e de guaco não apresentaram efeito inibitório *in vitro* sobre esse fungo. O controle 50% etanol rotoevaporado não inibiu o número de colônia dos fungos em relação à testemunha absoluta (dados não mostrados).



**Figura 1.** Número de colônias de cultivadas em meio de cultura com diferentes concentrações de extratos de plantas bioativas. A = capim limão miúdo ( $Y_{Pf} = -3,10x + 355,77$ ;  $R^2 = 0,82$ ); B = guaco ( $Y_{Pf} = -6,69x + 372,51$ ;  $R^2 = 0,88$ ); C = quebra pedra ( $Y_{Pf} = -10,45x + 351,88$ ;  $R^2 = 0,92$ ;  $Y_{Pm} = 197,22e^{-0,367}$ ;  $R^2 = 0,92$ );  $y_{Pm}$  = equação do gráfico de *P. musae*;  $y_{Pf}$  = equação do gráfico de *P. fijiensis*.

Por sua vez, os óleos essenciais de capim limão miúdo, de eucalipto e de melaleuca inibiram *P. fijiensis* em 100% a partir da concentração 0,05%, 0,1% e 0,1%, respectivamente. Já o fungo *P. musae* foi inibido em 100% por esses óleos essenciais em concentrações mais altas que *P. fijiensis*: 0,1% (capim limão miúdo) e 0,2% (eucalipto e melaleuca) (Figura 2B, 2C, 2D). O hidrolato de capim limão miúdo reduziu em 76% a quantidade de colônia de *P. fijiensis*, porém não reduziu o número de colônias em placas de Petri de *P. musae*. O hidrolato não inibiu o número de colônias de *P. fijiensis* em concentrações menores ou iguais que 10% (Figura 2A). O controle 0,2% Tween 20 não inibiu o número de colônias dos fitopatógenos em relação à testemunha absoluta (dados não mostrados).



Legenda: ◆ *P. fijiensis* ◇ *P. musae*

**Figura 2.** Número de colônias de cultivadas em meio de cultura com diferentes concentrações de óleo essencial ou hidrolato. A = Hidrolato de capim limão miúdo ( $Y_{Pf} = -4,03x + 90,52$ ;  $R^2 = 0,54$ ); B = Óleo essencial de capim limão miúdo ( $Y_{Pf} = 91,15 - 3.866x + 40.306,81x^2$  ( $x < 0,5$ ),  $Y_{Pf} = -1,51$  ( $x \geq 0,5$ );  $R^2 = 0,82$ ;  $Y_{Pm} = 164,99e^{-298,58x}$ ;  $R^2 = 0,99$ ); C = Óleo essencial de eucalipto ( $Y_{Pf} = -763,20x + 79,79$ ;  $R^2 = 0,95$ ;  $Y_{Pm} = -1.787,60x + 165,80$ ;  $R^2 = 0,92$ ); D = Óleo essencial de melaleuca ( $Y_{Pf} = -849,37x + 85,37$ ;  $R^2 = 0,97$ ;  $Y_{Pm} = -1.636,30x + 162,75$ ;  $R^2 = 0,96$ );  $y_{Pm}$  = equação do gráfico de *P. musae*;  $y_{Pf}$  = equação do gráfico de *P. fijiensis*.

De acordo com os cálculos da dose necessária para inibir 50% o número de colônias dos fitopatógenos estudados, verifica-se que o óleo essencial e o extrato fluído que apresentaram melhor desempenho (menor ED<sub>50</sub>) foram o de capim limão miúdo e o de quebra pedra, respectivamente, para os dois fitopatógenos estudados (Tabela 2).

Além disso, os óleos essenciais apresentam ED<sub>50</sub> menores que os extratos e hidrolato. As concentrações dos óleos essenciais foram pelo menos 235 e 44 vezes menores que os demais tratamentos para a inibição de 50% do crescimento micelial de *P. fijiensis* e *P. musae*, respectivamente (Tabela 2).

Além disso, *P. musae* foi aproximadamente 7,5 vezes mais sensível ao óleo de capim limão miúdo e extrato de quebra pedra, porém apenas *P. fijiensis* foi inibida *in vitro* pelos extratos de capim limão miúdo e de guaco e pelo de hidrolato capim limão miúdo. Finalmente, foram observadas ED<sub>50</sub> semelhantes na inibição do número médio de colônias dos isolados de *P. fijiensis* e *P. musae* quando tratados tanto óleo essencial de eucalipto, quanto óleo essencial de melaleuca (óleo de eucalipto: 0,050% *P. fijiensis* e 0,046% *P. musae*; óleo de melaleuca: 0,052% *P. fijiensis* e 0,049% *P. musae*) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Concentração de extratos hidroalcoólicos, hidrolato e óleos essencial de plantas bioativas necessárias para inibir em 50% o número de colônias de *P. fijiensis* e *P. musae* *in vitro*

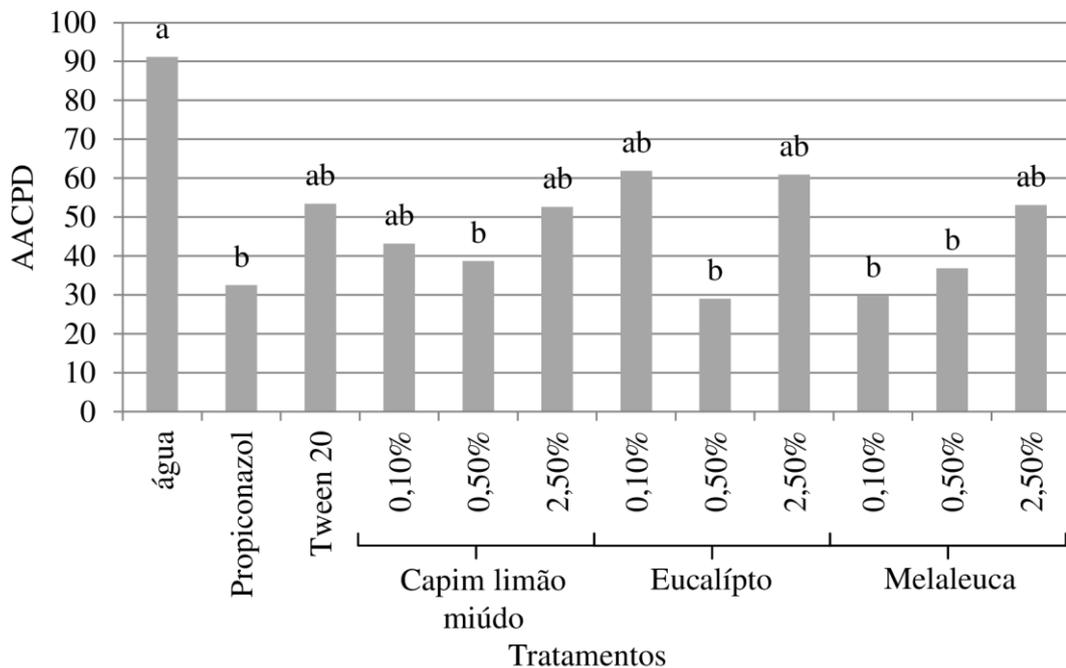
| Tratamento                  | ED <sub>50</sub> (%) |                 |
|-----------------------------|----------------------|-----------------|
|                             | <i>P. fijiensis</i>  | <i>P. musae</i> |
| extrato capim limão miúdo   | 58,10                | - <sup>1</sup>  |
| extrato guaco               | 29,42                | -               |
| extrato quebra pedra        | 16,86                | 2,19            |
| hidrolato capim limão miúdo | 12,22                | -               |
| óleo capim limão miúdo      | 0,015                | 0,002           |
| óleo eucalipto              | 0,050                | 0,046           |
| óleo melaleuca              | 0,052                | 0,049           |

<sup>1</sup>Não inibiram o número de colônias de *P. musae* *in vitro*.

Estudos semelhantes já foram realizados com outros fitopatógenos. Alves *et al.* (2019) mostraram que óleo essencial de melaleuca inibiu o crescimento micelial *in vitro* de *Alternaria alternata*. Avaliando 15 extratos de plantas e sete óleos essenciais de plantas bioativas, Sadana; Didwania (2019) verificaram que todos os tratamentos inibiram *Alternaria solani* *in vitro*, inclusive os extratos de quebra pedra e *Eucalyptus obliqua*, que, na concentração de 15%, inibiram em 60% e 80%, respectivamente, o crescimento do patógeno. Óleo essencial de *Elionurus muticus* inibiu o crescimento micelial *in vitro* de *Penicilium*, *Botrytis allii* e *Botrytris cinerea*. A concentração do óleo essencial necessária para inibir em 50% de *P. expansum* foi 0,012% e das duas espécies de *Botrytris* foi 0,175% (FULLER, 2013). Extrato de folhas de guaco inibiram o crescimento *in vitro* de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, bem como reduziram os sintomas de a podridão negra em folhas de couve-flor (VIGO-SCHULTZ *et al.*, 2006). Finalmente, a concentração de 2% de óleo essencial de *Eucalyptus globules* inibiu em 100% o crescimento *in vitro* de *Colletotrichum musae* (JAGANA; HEGDE; LELLA, 2018).

### 3.2 AVALIAÇÃO DOS PREPARADOS DE PLANTAS BIOATIVAS NO CONTROLE DO COMPLEXO DE SIGATOKA EM FOLHAS DE BANANEIRAS

De acordo com os resultados *in vitro*, foi avaliada a influência de todos os óleos essenciais estudados na redução de sintomas do complexo de Sigatoka em folhas de bananeiras. Nas condições estudadas, nenhum tratamento reduziu a severidade da doença em relação ao controle 2,5% Tween 20 (Figura 3).



**Figura 3.** Área abaixo de curva do progresso da doença (AACPD) do complexo Sigatoka em folhas de bananeiras tratadas com diferentes concentrações de óleos essenciais e controle água, fungicida (25% propiconazol) e 2,5% Tween 20. Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Vários autores verificaram que preparados de plantas inibiram fitopatógenos apenas em condições de laboratório. Alves *et al.* (2019) verificaram que óleo essencial de melaleuca inibiu o crescimento *in vitro* de *Alternaria alternata*, porém não reduziu a incidência de sementes de feijão caupi infectadas com o fitopatógeno. Por sua vez, óleo essencial de *Cymbopogon nardus* inibiu o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em meio de cultura, porém não reduziu os sintomas de fusariose em plântulas de *Musa textilis* (GAÑA; ATA; MANALO, 2017).

Por outro lado, outros estudos mostraram que tanto óleos essenciais quanto extratos de plantas reduzem os sintomas de doenças *in vivo*. Extrato aquoso de *Azadirachta indica* inibiram o crescimento micelial de *P. fijiensis*, bem como os sintomas de Sigatoka negra em plântulas

de bananeira sob condições de casa de vegetação (KUMAKECH *et al.*, 2017). Reuveni; Sanches; Barbier (2020) estudaram o Timorex Gold<sup>®</sup>, fungicida composto por 22,25% extrato de *Melaleuca alternifolia*, e verificaram que o produto reduziu o tamanho de lesões em folhas da cultivar Gran Naine de bananeira provocadas por *P. fijiensis* sob condições de campo em Guápiles, Costa Rica.

Esses trabalhos mostram a importância de estudos *in vivo* durante o processo de prospecção de moléculas extraídas de plantas bioativas.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Preparados de plantas bioativas, como extratos compostos predominantemente por moléculas polares hidrossolúveis, assim como óleos essenciais e hidrolatos caracterizados por possuir moléculas lipossolúveis e de caráter apolar, das plantas prospectadas podem ser fonte de moléculas ativas no controle desse complexo de doenças, por apresentarem efeito *in vitro* sobre os patógenos. No presente trabalho, verificou-se que extratos de capim limão miúdo, guaco e quebra pedra e o hidrolato de capim limão miúdo inibiram crescimento *in vitro* de *P. fijiensis* em 14%, 30%, 52% e 76%, respectivamente. O extrato de quebra pedra inibiu 100% o crescimento *in vitro* de *P. musae*. Finalmente, os óleos essenciais de capim limão miúdo, de eucalipto e de melaleuca inibiram em 100% o crescimento *in vitro* dos dois fungos avaliados.

Nas condições estudadas, nenhum óleo essencial reduziu os sintomas do complexo de Sigatoka em folhas de bananeira, o que pode estar relacionada à baixa concentração que as moléculas ativas se encontrem nos óleos essenciais estudados, justificando a execução de testes como moléculas isoladas em concentrações mais efetivas. Assim, como perspectivas de pesquisa futura, podemos realizar testes com concentração dos princípios ativos mais altas, ou elaborar formulações capazes de preservar as propriedades físico-químicas e biológicas dos óleos essenciais, como a elaboração e aplicação de nanoemulsões.

#### 5 AGRADECIMENTO

À Fundação de Apoio à Pesquisa Científica de Santa Catarina (Fapesc), pelo apoio financeiro para realização desse trabalho.

#### REFERÊNCIAS

ALVES, F. M. F.; FRANÇA, K. R. S.; ARAÚJO, I. G.; NÓBREGA, L. P.; XAVIER, A. L. S.; LIMA, T. S.; RODRIGUES, A. P. M. S.; JÚNIOR, A. F. M.; CARDOSO, T. A. L.

Control of *Alternaria alternata* using melaleuca essential oil (*Melaleuca alternifolia*). **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 40, n. 3, p. 1-10, 2019.

AMAN, M.; RAI, V. R. Antifungal activity of fungicides and plant extracts against yellow Sigatoka disease causing *Mycosphaerella musicola*. **Current Research in Environmental & Applied Mycology**, v. 5, n. 3, p. 277-284, 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **1º Suplemento do Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira**. 1. ed. Brasília: Anvisa, 2018. 156p.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. (org.). **Introduction to plant disease epidemiology**. New York NY: John Wiley & Sons, 1990. 532p.

CHILLET, M., P.; CASTELAN, F.; ABADIE, C.; HUBERT, O.; LAPEYRE DE BELLAIRE, L. Necrotic leaf removal, a key component of integrated management of *Mycosphaerella* leaf spot diseases to improve the quality of banana: The case of Sigatoka disease. **Fruits**, v. 68, n. 4, p. 271-277, 2013.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (org.). **Manual de Fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. cap 15, p. 99-117.

EPAGRI/CEPA - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Números da Agropecuária Catarinense**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2019. 65 p. Disponível em: [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/Numeros\\_Agropecuaria\\_Catarinense\\_maio\\_2019\\_site.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Numeros_Agropecuaria_Catarinense_maio_2019_site.pdf). Acesso em: 28 abr. 2020.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of The United Nations, 2020. **Statistics Division**. Roma: FAOSTAT, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 7 abr. 2020.

FRIESEN, T.L. Combating the Sigatoka disease complex on banana. **PLoS Genet**, v. 12, n.8, e1006234, 2016. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosgenetics/article/file?id=10.1371/journal.pgen.1006234&type=printable>. Acesso em: 6 mar. 2020

FULLER, T. N. **Caracterização genética e química e atividade biológica do óleo essencial de populações naturais de *Elionurus muticus* Humb. & Bompl Ex Willd.** 2013. 114 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

GAÑA, R. R. B; ATA, J. P.; MANALO, M. M. Q. Evaluation of the curative effect of *Cymbopogon nardus* (L.) rendle essential oil on Fusarium wilt of abaca (*Musa textilis* Nee). **Ecosystems & Development Journal**, v. 7, n. 1, p. 14-20, 2017.

GUTIÉRREZ-JIMÉNEZ, E.; PEDROZA-SANDOVAL, A.; MARTÍNEZ-BOLAÑOS, L.; SAMANIEGO-GAXIOLA, J.A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, F. Effect of natural oils against *Mycosphaerella fijiensis* under *in vitro* conditions and detection of active plant chemicals. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 36, n. 1, p. 141-150, 2018.

JAGANA, D.; HEGDE, Y. R.; LELLA, R. Bioefficacy of essential oils and plant oils for the management of banana anthracnose-a major post-harvest disease. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 4, p. 2359-2365, 2018.

JIMÉNEZ, J. L. S.; BRIOSO, P. S. T. Cirurgia ou desfolha cirúrgica em bananeira ‘Grande Naine’ no controle da Sigatoka-Negra, no Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 5, 2018. DOI 10.1590/0100-29452018144. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018144>. Acesso em: 6 mar. 2020.

KHANAL, C.; PAUDEL, V. R.; BUDATHOKI, U. Antifungal activity of essential oils from *Eucalyptus citriodora* Hook. and *Cymbopogon citrates* (DC) Stapf. against *Fusarium moniliforme* Sheld. isolated from *Oryza sativa* Linn. **Journal of Plant Resources**, v. 15, n. 1, p. 94-99, 2017.

KUMAKECH, A.; JØRGENSEN, H. J. L.; COLLINGE, D. B.; EDEMA, R.; OKORI, P. *Azadirachta indica* reduces black sigatoka in east african highland banana by direct antimicrobial effects against *Mycosphaerella fijiensis* without inducing resistance. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 4, p. 61-76, 2017.

LIVRAMENTO, G.; NEGREIROS, R. J. Z. **Banana**: recomendações técnicas para o cultivo no litoral norte de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2017. 101p.

LORENZETTI, E.; FUJIMOTO, J. Y. H.; FARIA, V. O.; RITT, A. L.; SOUZA, D. H. G.; TARTARO, J.; STANGARLIN, J. R. Avaliação *in vitro* da atividade fungitóxica de extratos de plantas contra *Diplodia macrospora*. **Acta Iguazu**, v. 9, n. 1, p. 113-122, 2020.

MORAES, W. S.; LIMA, J. D.; SANTOS, A. J. Técnica de avaliação da eficiência de fungicidas protetor e sistêmico para controle da Sigatoka negra em bananeira. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 13, p. 1-5, 2016.

REUVENI, M.; SANCHES, E.; BARBIER, M. Curative and suppressive activities of essential tea tree oil against fungal plant pathogens. **Agronomy**, v. 10, n. 4, 2020. DOI 10.3390/agronomy10040609. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040609>. Acesso em: 6 mar. 2020.

RODRÍGUEZ-GAVIRIA, P. A.; CAYÓN G. Efecto de *Mycosphaerella fijiensis* sobre la fisiología de la hoja de banano. **Agronomía Colombiana**, v. 26, n. 2, p. 256-265, 2008.

SADANA, D.; DIDWANIA, N. Integrated disease management of bull’s eye pathogen infecting *Lycopersicon esculentum* (tomato). **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science**, v. 9, n. 1, p. 53-57, 2019.

VIANA, T. L.; PERES, W. M.; DAVID, G. Q.; MATOS, D. L.; CAMPOS, O. R.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C.; CERESINI, P. C. Effect of essential oils on the “in vitro” micelial growth of the fungus *Lasiodiplodia theobromae*. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 1, p. 301-310, 2020.

VIGO-SCHULTZ, S. C.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; PORTZ, R. L.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Avaliação da eficácia da tintura etanólica de guaco

(*Mikania glomerata*) no controle da podridão negra (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) em couve-flor. **Ciências Agrárias**, v. 27, n. 4, p. 515-524, 2006.