

Extratos de pimentão vermelho (*Capsicum annuum*) sobre *Colletotrichum gloeosporioides* *in vitro*

Fungitoxic effect of red bell pepper (*Capsicum annuum*) on *Colletotrichum gloeosporioides* *in vitro*

Kevison Romulo da Silva França^{1*}; Yaroslávia Ferreira Paiva²; Plínio Tércio Medeiros de Azevedo³; Lídia Pinheiro da Nóbrega⁴; Everton Vieira da Silva⁵; Tiago Augusto Lima Cardoso⁶

¹Mestre em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, +55 83 996509495, kevsfranca@gmail.com; ²Doutoranda em Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, yaroslaviapaiva@gmail.com; ³Mestrando em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, eng.plinioterccio@gmail.com; ⁴Mestre em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, lidiapinheiro03@gmail.com; ⁵Professor Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, Paraíba, evertonquimica@hotmail.com; ⁶Técnico em Laboratório de Fitopatologia, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, tiagoipj@yahoo.com.br.

ARTIGO

Recebido: 24/04/2019
 Aprovado: 10/06/2019

Palavras-chave:

Antracnose
 Controle alternativo
Capsicum annuum
 Fungos fitopatogênicos

Key words:

Anthracoze
 Alternative control
Capsicum annuum
 Phytopathogenic fungi

RESUMO

O presente estudo avaliou o potencial fungitóxico *in vitro* de extratos de pimentão vermelho (*Capsicum annuum* L.) sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x10, sendo dois tipos de extratos (etanólico e hidroetanólico) aplicados em 10 concentrações (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; e 5,0%). Cada extrato foi incorporado ao meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) e vertido em placas de Petri. As placas foram inoculadas com discos de 1 cm de diâmetro contendo micélios do fungo e incubadas durante sete dias a 27±2°C. Para verificar a diferença entre os tratamentos, foram estimadas a porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM). Todas as concentrações dos dois extratos de pimentão apresentaram inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* quando comparados à testemunha. A inibição total do crescimento foi obtida quando se utilizou o extrato etanólico na maior concentração (5,0%) e ultrapassando 50% de inibição na concentração de 2%, sendo superior à obtida pelo extrato hidroetanólico que na concentração máxima inibiu apenas 27,5% do crescimento do fungo. Assim, em condições *in vitro*, o extrato etanólico de pimentão vermelho mostrou-se promissor no controle de *C. gloeosporioides*. A concentração de 5,0% promoveu o maior efeito inibitório.

ABSTRACT

This study assesses the *in vitro* fungitoxic effect of the red bell pepper (*Capsicum annuum* L.) on mycelial growth of *Colletotrichum gloeosporioides*. The experiment had a completely randomized design in a 2 x 10 factorial scheme, with two types of extracts (ethanolic and hydroethanolic) applied in ten concentrations (0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, and 5.0). Each extract was added to PDA (Potato Dextrose Agar) medium and poured in Petri dishes. The dishes were inoculated with 1 cm diameter disc containing fungal mycelia and incubated for seven days at 27±2°C. To verify the difference among treatments, we estimated the percentage of mycelial growth inhibition (PGI) and index of mycelial growth speed (IMGS). All concentrations of both extracts inhibited the mycelial growth of *C. gloeosporioides* when compared to the negative control. The complete inhibition was obtained when the ethanolic extract was used in the highest concentration (5.0%) and surpassed 50% of inhibition with 2% concentration, being superior to the hydroethanolic extract that in maximum concentration inhibited only 27.5% of fungus growth. Thus, under *in vitro* conditions, the ethanolic extract of red bell pepper at showed to be promising in the control of *C. gloeosporioides*. The concentration of 5.0% promoted the greatest inhibitory effect.

INTRODUÇÃO

O gênero *Colletotrichum* inclui alguns dos patógenos de plantas mais importantes economicamente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (WALLER 1992; SILVA et al., 2006). Em razão da sua ampla distribuição mundial, alta capacidade de destruição e importância científica como modelo de patossistema, o gênero encontra-se entre os dez principais fungos causadores de doenças em plantas (DEAN et al., 2012).

Várias espécies de *Colletotrichum* são agentes causadores da antracnose em uma ampla variedade de culturas, incluindo cereais (PEDRO et al., 2012; PARREIRA et al., 2014; ROGERIO et al., 2017), hortaliças (REIS et al., 2009) e frutas (BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004; LEMOS et al., 2013; RIBEIRO et al., 2016; PENG et al., 2013; GAN et al., 2016). De modo geral, as doenças causadas por *Colletotrichum* spp. são registradas mundialmente como responsáveis por perdas significativas nas fases pré e pós colheita (JEFFRIES; DOOD, 1990).

Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. & Sacc é um importante representante do gênero, sendo capaz de infectar pelo menos 1.000 hospedeiros (PHOULIVONG et al. 2010). A antracnose causada por este fungo acomete frutíferas como o mamão (*Carica papaya* L.) (DEMARTELAERE et al., 2015), manga (*Mangifera indica* L.) (ABD-ALLA; WAFFA, 2010), maracujá (*Passiflora edulis*) (FISCHER et al., 2007) e goiaba (*Psidium guajava* L.) (FISCHER et al., 2012). Considerada a principal e mais destrutiva doença em pós-colheita nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, a antracnose também pode ocasionar perdas em culturas ainda no campo (LIMA FILHO et al., 2003; RAKESH; SINGH, 2017).

Os defensivos químicos têm sido amplamente utilizados no controle desses fitopatógenos e são os principais produtos aplicados na redução das perdas econômicas ocasionadas pela antracnose (LIMA et al., 2012). Devido a alta toxicidade, esses produtos contaminam o ambiente (CANDIDO E SILVA et al., 2013), elevam os custos de produção (PERINA, 2014) e limitam a comercialização de produtos agrícolas no mercado externo (ADAMI et al., 2016). Além disso, o uso indiscriminado pode favorecer o surgimento de fitopatógenos resistentes (SOUZA JÚNIOR et al., 2009) e causar danos sobre espécies não-alvo, incluindo seres humanos (FARIA et al., 2009).

Os efeitos nocivos resultantes da utilização excessiva e indiscriminada de fungicidas sintéticos tem motivado a busca por métodos alternativos de controle que sejam eficazes no manejo de doenças de plantas e que não ofereçam riscos à saúde humana e ao meio ambiente. A utilização de extratos vegetais tem sido amplamente estudada para essa finalidade, e alguns estudos tem apresentado resultados promissores no controle de diversos fungos fitopatogênicos (CAMATTI-SARTORI et al., 2011; NARUZAWA et al., 2011; VENTUROSU et al., 2011a; VENTUROSU et al., 2011b).

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), membro da família Solanaceae, possui uma gama de compostos bioativos provenientes de seu metabolismo primário ou secundário, os quais podem apresentar ação antimicrobiana (NOGUEIRA, 2013). A atividade biológica dos compostos extraídos do

pimentão é geralmente atribuída à capsaicina e a alguns pigmentos. A capsaicina é um alcalóide responsável pela pungência e atividade antimicrobiana em diversas pimentas do gênero *Capsicum* (LUO; PENG; LI, 2011). A concentração desse composto é afetada por diversos fatores, como estágio de maturação do fruto, cultivar, manejo pós-colheita, condições ambientais e concentração de carotenoides (MENICHINI et al., 2009; ZHUANG et al., 2012; SURH, 1998; PAULA, 2008). No controle de fitopatógenos, a capsaicina apresentou resultados promissores na inibição da germinação conidial de *Colletotrichum capsici* (KRAIKRUAN; SANGCHOTE; SUKPRAKARN, 2008) e do crescimento micelial de *Penicillium expansum* (FREIRA et al., 2013), *Aspergillus niger* e *Botrytis cinerea* (XING; CHENG; LI, 2006).

Tendo como hipótese a presença de compostos bioativos com atividade antifúngica em frutos de pimentão, a utilização do seu extrato pode ser uma alternativa promissora no controle de fitopatógenos. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito *in vitro* de extratos de pimentão vermelho (*Capsicum annuum* L.) sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*.

MATERIAL E MÉTODOS

Local dos experimentos e obtenção dos materiais

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, Paraíba. O experimento foi realizado no período de março a abril de 2019. Para a realização do experimento foi utilizado o isolado fúngico 3331 de *Colletotrichum gloeosporioides* fornecido pela coleção de fungos fitopatogênicos Prof. Maria Menezes da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O fungo foi preservado em água destilada estéril pelo método Castellani até a realização do ensaio (CASTELLANI, 1967). Os pimentões foram obtidos em feira livre no comércio local do município de Pombal, PB.

Os pimentões foram desinfetados em solução de hipoclorito de sódio a 2% durante 20 minutos, lavados em água destilada estéril três vezes e secos em temperatura ambiente. Após a secagem, os pedúnculos e as sementes foram retirados manualmente.

Para a obtenção do farelo, os pimentões foram cortados em tiras e submetidos a processos de secagem utilizando estufa microprocessada com circulação de ar a 60°C durante duas horas e posteriormente a 55°C até que fosse atingido o valor médio de umidade entre 7 e 10%, segundo a metodologia descrita por Spoto, Oetterer e Regitano-D'Arce (2006). Finalizado o processo de secagem, o material foi moído em moinho de facas com quatro lâminas de aço inoxidável e peneira de 10 mesh.

As extrações foram realizadas na proporção de 1:8 (farelo:solvente). Para o extrato etanólico foi utilizado o álcool etílico (99,5%) como meio extrator, enquanto, para o extrato hidroetanólico foram utilizados álcool etílico (70%) e água deionizada (30%).

As amostras foram homogeneizadas durante uma hora em mesa agitadora sob 120 rpm de velocidade e em seguida,

permaneceram em repouso durante 24 horas. Após esse período, foi realizada a filtração à vácuo das amostras em funil de Büchner. O líquido filtrado foi submetido à extração em evaporador rotativo à temperatura de 60°C até a eliminação do solvente nas amostras. Os extratos obtidos foram coletados em recipiente de vidro, envoltos em papel alumínio e armazenados em refrigerador à temperatura de -5°C (TORRES et al., 2002). Para conseguir o máximo de extratos, o álcool etílico recuperado durante a extração foi adicionado novamente nas amostras residuais para uma nova extração, as quais foram submetidas aos mesmos procedimentos descritos anteriormente (SILVA, 2017).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x10, sendo 2 extratos (etanólico e hidroetanólico) em 10 concentrações (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; e 5,0%), com 5 repetições cada. Os diferentes tratamentos foram incorporados ao meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) autoclavado e fundente à temperatura de 46-48° C. Após o resfriamento, o meio de cultura foi vertido em placas de Petri de 7,5cm de diâmetro sob condições assépticas. Discos de meio de cultura com 1cm de diâmetro contendo micélios do fungo foram transferidos para o centro de cada placa contendo os tratamentos. Em seguida, as placas foram envoltas em plástico filme e incubadas por 7 dias em incubadora B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) a uma temperatura de 27±2° C.

O crescimento micelial foi avaliado através de medições diárias do diâmetro das colônias obtido através da média de duas medidas perpendiculares, com o auxílio de uma régua graduada. Com o resultado das medidas, foram calculados a porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC; BASTOS, 1997) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM, OLIVEIRA, 1991) segundo as fórmulas (1) e (2).

$$PIC = \frac{(\text{Crescimento da testemunha} - \text{Crescimento do tratamento}) \times 100}{\text{Crescimento da testemunha}} \quad (1)$$

$$IVCM = \sum \frac{\text{Diâmetro médio atual} - \text{Diâmetro médio anterior}}{\text{Número de dias após a inoculação}} \quad (2)$$

Os dados foram analisados aplicando-se análises de variância fatorial, levando-se em consideração as seguintes fontes de variação: tipo de extrato, concentração de extrato e a interação entre esses fatores. As análises foram realizadas no programa Past 3.12 (HAMMER et al., 2001).

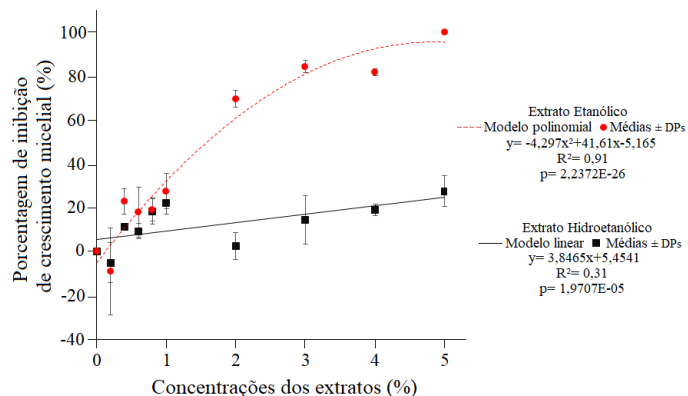
Para verificar o efeito das concentrações do extrato sobre o crescimento do fungo foram realizadas regressões nos modelos polinomial para o extrato etanólico e linear para o extrato hidroetanólico. As regressões foram realizadas no programa R Core Team 3.5.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Figura 1, todos os tratamentos apresentaram inibição do crescimento micelial e velocidade de crescimento de *Colletotrichum gloeosporioides* quando comparados à testemunha. Para o extrato etanólico, as porcentagens de inibição aumentaram significativamente à

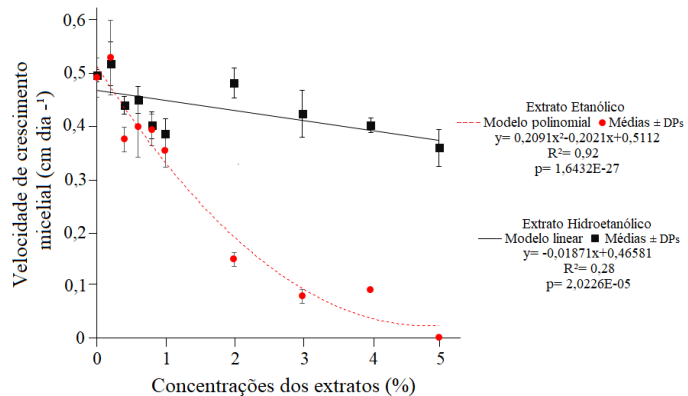
medida que se aumentaram as concentrações do extrato, ultrapassando 50% de inibição na concentração de 2% e atingindo o valor máximo (PIC=100%) na concentração de 5,0%. Por outro lado, o extrato hidroetanólico obteve inibição máxima de 27,5% na maior concentração (5,0%) (Figura 1).

Figura 1. Efeito das concentrações de extratos de pimentão vermelho sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*.



A velocidade de crescimento micelial, por se tratar de uma variável inversamente proporcional à porcentagem de inibição, apresentou comportamento contrário, havendo redução significativa com o aumento das concentrações testadas para os dois extratos. O extrato etanólico reduziu mais efetivamente a velocidade de crescimento do fungo nas maiores concentrações, sendo observada a paralisação do crescimento na concentração de 5,0% (IVCM=0,00 cm dia⁻¹), enquanto que o extrato hidroetanólico, na mesma concentração (5,0%), obteve a velocidade de crescimento de 0,36 cm dia⁻¹, ambas diferindo da testemunha negativa, que apresentou a maior velocidade de crescimento (0,49 cm dia⁻¹).

Figura 2. Efeito das concentrações de extratos de pimentão vermelho sobre a velocidade de crescimento de *Colletotrichum gloeosporioides*.



A porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) diferiram significativamente entre os dois tipos de meio de extração e as concentrações dos extratos. Além disso, estes fatores apresentaram interação significativa, pois o aumento na

concentração foi mais eficiente quando o tipo de extrato utilizado foi o etanólico. Nesse caso, foi observado um comportamento dose-dependente, ou seja, a inibição foi maior em função do aumento das concentrações.

Utilizando o extrato hidroetanólico, o incremento das concentrações não potencializou efetivamente a inibição do crescimento do fungo, pois em algumas concentrações deste extrato o crescimento micelial foi maior que na testemunha. Uma das hipóteses levantadas pelos autores para este comportamento, além da baixa atividade dos compostos ativos, seria que alguns constituintes inócuos presentes em maiores concentrações se tornaram recursos nutritivos ao fungo, favorecendo o seu desenvolvimento mesmo na presença de componentes fungitóxicos.

A maior eficácia do extrato etanólico pode ser justificada pela extração mais efetiva dos constituintes bioativos do pimentão vermelho ao utilizar o etanol como único meio extrator. Ao avaliar a atividade antifúngica de 20 extratos vegetais, utilizando dois meios de extração (água e etanol) Celotto et al. (2008) verificaram que, de modo geral, os extratos hidroetanólicos obtiveram maior porcentagem de inibição micelial de *C. gloeosporioides* quando comparados aos extratos aquosos. Os autores afirmam que o etanol apresenta maior eficiência na extração de substâncias antifúngicas. Enquanto, a menor eficiência de extratos aquosos está associada diretamente à baixa concentração de princípios ativos extraídos em função da baixa solubilidade desses constituintes em água (SILVA et al., 2009).

A capsaicina é um dos principais componentes ativo das pimentas do gênero *Capsicum* conhecida por sua alta atividade biológica (LUO; PENG; LI, 2011), incluindo atividade antimicrobiana. Alguns estudos mostraram que a capsaicina exibiu efeito antifúngico sobre *Colletotrichum capsici* (KRAIKRUAN; SANGCHOTE; SUKPRAKARN, 2008), *Penicillium expansum* (FIEIRA et al., 2013), *Aspergillus niger* e *Botrytis cinerea* (XING; CHENG; LI, 2006). O efeito antifúngico dos extratos utilizados no presente estudo pode ter sido ocasionado pela presença da capsaicina, no entanto, os constituintes do extrato devem ser determinados para uma avaliação mais adequada sobre os compostos responsáveis por essa atividade biológica.

O controle micelial *in vitro* de *Colletotrichum* spp. utilizando extratos de outras espécies vegetais tem sido evidenciado em outros estudos, sendo esses resultados similares ou inferiores aos nossos. Por exemplo, Venturoso et al. (2011b), utilizando o extrato aquoso de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), obtiveram inibição total do crescimento micelial de *Colletotrichum* sp. ao utilizar o extrato apenas na concentração de 7,4%. Semelhantemente, Rozwalka et al. (2008) observaram supressão do crescimento de *C. gloeosporioides* ao utilizar o extrato aquoso da mesma espécie vegetal na concentração de 10%. O extrato de carqueja (*Baccharis trimera*) obteve efeito significativo sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* somente na concentração de 20% (MILANESI et al., 2009). Por outro lado, Ferreira et al. (2014) observou efeito fungitóxico ao utilizar o extrato aquoso de erva-cidreira em concentrações variando de 4 a 8%. Há uma crescente busca e interesse por produtos alternativos aos defensivos químicos convencionais,

principalmente em razão da sua alta toxicidade e impactos ambientais, econômicos e à saúde pública. Diversos métodos de controle alternativo de doenças de plantas têm sido desenvolvidos com o intuito de reduzir os impactos negativos ocasionados pela utilização exclusiva de defensivos químicos. Esse conjunto de práticas e processos será relevante na transição do atual sistema de produção para uma agricultura mais sustentável no Brasil (EMBRAPA, 2018).

Devido a presença de substâncias bioativas com atividade antimicrobiana, a utilização de extratos vegetais pode ser uma alternativa promissora na proteção de plantas contra fungos fitopatogênicos (CAMATTI-SARTORI, et al., 2011). Entre os benefícios da utilização de defensivos à base de produtos naturais podemos destacar a sua menor persistência no meio ambiente (FOKIALAKIS et al., 2006), baixa toxicidade e minimização de riscos à saúde do produtor e consumidor final.

No presente estudo, o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* foi paralisado na concentração de 5,0% do extrato etanólico. Para além disso, as inibições obtidas nas concentrações inferiores (2,0; 3,0; e 4,0%) foram bastante significativas, variando entre 69,1 e 84,4%. Do ponto de vista econômico, esse é mais um benefício da utilização do extrato etanólico de pimentão vermelho, uma vez que é possível a obtenção de uma forte inibição micelial utilizando-se o extrato bastante diluído, que associado a outras técnicas de manejo, poderiam promover um controle efetivo do patógeno com economia do produto.

Portanto, os resultados obtidos demonstraram a capacidade do extrato etanólico de pimentão vermelho em reduzir e impedir o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em condições *in vitro*. No entanto, são necessárias investigações em condições de campo, além de estudos acerca dos constituintes químicos presentes no extrato que promoveram o efeito antifúngico, para que sejam estabelecidas concentrações seguras da sua utilização.

CONCLUSÃO

O extrato etanólico de pimentão vermelho tem potencial fungitóxico sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, que em condições *in vitro* mostrou-se promissor no controle deste fitopatógeno. A concentração de 5,0% promoveu o maior efeito inibitório.

REFERÊNCIAS

- ABD-ALLA, M. A.; WAFFA, M. G. New safe methods for controlling anthracnose disease of mango (*Mangifera indica* L.) fruits caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.). Journal of American Science, v.8, n.8, p.361-367, 2010.
- ADAMI, A. C. O.; SOUSA, E. P.; FRICKS, L. B.; MIRANDA, S. H. G. Oferta de exportação de frutas do Brasil: o caso da manga e do melão, no período de 2004 a 2015. Revista Econômica do Nordeste, v.47, n.4, p.63-78, 2016.
- BASTOS, C. N. Efeito do óleo de *Piper aduncum* sobre *Crinipellis pernicioso* e outros fungos fitopatogênicos. Fitopatologia Brasileira, v.22, n.3, p.441-3, 1997.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. Fitopatologia Brasileira, v.29, n.5, p.555-557, 2004. [10.1590/S0100-41582004000500016](https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000500016)

CAMATTI-SARTORI, V. ; MAGRINI, F. V.; CRIPPA, L. B.; MARCHETT, C.; VENTURINI, L.; SILVA-RIBEIRO, R. T. Avaliação *in vitro* de extratos vegetais para o controle de fungos patogênicos de flores. Revista Brasileira de Agroecologia, v.6, n.2, p.117-122, 2011.

CANDIDO E SILVA, E. K.; MELO, L. G. L. Manejo de doenças de plantas: Um enfoque agroecológico. Revista EDUCAmazônia–Educação Sociedade e Meio Ambiente. v.10, n 1, p 143-157, 2013.

CASTELLANI, A. Maintenance and cultivation of common pathogenic fungi of man in sterile distilled water. Further Researches. Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 70, p. 181-84, 1967.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; DO SACRAMENTO, L.V.S.; CELOTO, F.J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. Acta Scientiarum. Agronomy, v.30, n.1, p.1-5, 2008. [10.4025/actasciagron.v30i1.1104](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v30i1.1104)

DEAN, R.; KAN, J. A. L. V.; PRETORIUS, Z. A.; HAMMOND-KOSACK, K. E.; DI PIETRO, A.; SPANU, P. D.; RUDD, J. J.; DICKMAN, M.; KAHMANN, R.; ELLIS, J.; FOSTER, G. D. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology, v.13, n.4, p. 414-430, 2012. [10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x](https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x)

DEMARTELAERE, A. C. F; NASCIMENTO, L. C.; GUIMARÃES, G. H. C.; SILVA, J. A.; LUNA, R. G. Elicitors on the control of anthracnose and post-harvest quality in papaya fruits. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.47, n.2, p.211-217, 2017. [10.1590/1983-40632016v4745093](https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4745093)

EMBRAPA. Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 212 p, 2018.

FARIA, N. M. X.; ROSA, J. A. R.; FACCHINI, L. A. Intoxicações por agrotóxicos entre trabalhadores rurais de fruticultura, Bento Gonçalves, RS. Revista de Saúde Pública, v.43, n.2, p.335-344, 2009. [10.1590/S0034-89102009005000014](https://doi.org/10.1590/S0034-89102009005000014)

FERREIRA, E. F.; SÃO JOSÉ, A. R.; BOMFIM, M. P.; PORTO, J. S.; DE 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, v.36, n.2, p.346-352, 2014. [10.1590/0100-2945-223/13](https://doi.org/10.1590/0100-2945-223/13)

FIEIRA, C.; OLIVEIRA, F.; CALEGARI, R. P.; MACHADO, A.; COELHO, R. *In vitro* and *in vivo* antifungal activity of

natural inhibitors against *Penicillium expansum*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.33, Supl. 1, p.40-46, 2013. [10.1590/S0101-20612013000500007](https://doi.org/10.1590/S0101-20612013000500007)

FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M.; JERONIMO, E. M.; PINOTTI, R. N.; BERTANI, R. M. A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. Revista Brasileira de Fruticultura, v.29, n.2, p.254-259, 2007. [10.1590/S0100-29452007000200013](https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000200013).

FISCHER, I. H.; SILVA, B. L.; SOARES, A. R.; ARRUDA, M. C.; PARISI, M. C. M.; AMORIM, L. Efeito de fungicidas e produtos alternativos no controle da antracnose e da pinta preta da goiaba. Semina: Ciências Agrárias, v.33, n.1, p.2753-2766, 2012. [10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2753](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2753)

FOKIALAKIS, C. N.; CANTRELL, C. L.; DUKE, S. O.; SKALTSOUNIS, A. L.; WEDGE, D. E. Antifungal activity of thiophenes from *Echinops ritro*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.54, p.1651-1655, 2006. [10.1021/jf052702j](https://doi.org/10.1021/jf052702j)

GAN, P.; NAKATA, N.; SUZUKI, T.; SHIRASU, K. Markers to differentiate species of anthracnose fungi identify *Colletotrichum fructicola* as the predominant virulent species in strawberry plants in Chiba Prefecture of Japan. Journal of General Plant Pathology, v.83, n.1, p.1-9, 2016. [10.1007/s10327-016-0689-0](https://doi.org/10.1007/s10327-016-0689-0)

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Electronica. v.4, n.1, p.9, 2001.

JEFFRIES, P.; DODD, J. C. The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. Plant Pathology, v.39, p.343-366, 1990. [10.1111/j.1365-3059.1990.tb02512.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1990.tb02512.x)

KRAIKRUAN, W.; SANGCHOTE, S.; SUKPRAKARN, S. Effect of capsaicin on germination of *Colletotrichum capsici* conidia. Kasetsart Journal - Natural Science, v.42, p. 417-422, 2008.

LEMONS, L. M. C.; COUTINHO, P. Q.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. P.; CECON, P. R. Controle da antracnose na pós-colheita de manga ‘ubá’ com o uso de produtos alternativos. Revista Brasileira de Fruticultura, v.35, n.4, p.962-970, 2013. [10.1590/S0100-29452013000400006](https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000400006)

LIMA FILHO, R. M.; OLIVEIRA, S. M. A.; MENEZES, M. Caracterização enzimática e patogenicidade cruzada de *Colletotrichum* spp. associados a doenças de pós-colheita. Fitopatologia Brasileira, v.28, p.620-625, 2003. [10.1590/S0100-41582003000600007](https://doi.org/10.1590/S0100-41582003000600007)

LIMA, J. R.; GONÇALVES, L. R. B.; BRANDÃO, L. R.; ROSA, C. A.; VIANA, F. M. P. Isolation, identification and activity in vitro of killer yeasts against *Colletotrichum*

- gloeosporioides* isolated from tropical fruits. Journal of Basic Microbiology, v.52, p.1-10, 2012. [10.1002/jobm.201200049](https://doi.org/10.1002/jobm.201200049)
- LUO, X.; PENG, J.; LI, Y. Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. European Journal of Pharmacology, v.650, p. 1-7, 2011. [10.1016/j.ejphar.2010.09.074](https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2010.09.074).
- MENICHINI, F.; TUNDIS, R.; BONESI, M.; LOIZZO, M. R.; CONFORTI, F.; STATTI, G.; CINDIO, B.; HOUGHTON, P. J.; MENICHINI, F. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. Food Chemistry, v.114, 553-560, 2009. [10.1016/j.foodchem.2008.09.086](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.086)
- MILANESI, P. M.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; BRAND, S. C.; JUNGE, E.; MANZONI, C. G.; WEBER, M. N. D. Ação fungitóxica de Extratos vegetais sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*. Revista da FZVA, v.16, n.1, p.1-13, 2009.
- MOTA, J. C. O.; PESSOA, M. N. G.; VIANA, F. M. P.; NETO, M. A. Efeito de extratos e óleos essenciais de plantas medicinais no controle *in vitro* de *Lasiodiplodia theobromae*. Fitopatologia Venezolana. v. 15, n. 1, p. 2-6, 2002.
- NARUZAWA, E. S.; PAPA, M. F. S. Antifungal activity of extracts from brazilian Cerrado plants on *Colletotrichum gloeosporioides* and *Corynespora cassiicola*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.13, n.4, p.408-412, 2011. [10.1590/S1516-05722011000400006](https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000400006)
- NOGUEIRA, L. Composição química e atividade antioxidante de diferentes variedades de pimento (*Capsicum annum L.*) 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar), Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal, 2013.
- OLIVEIRA, J. A. Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativas L.*) e pimentão (*Capsicum annum L.*). 1991. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.
- PARREIRA, D. F.; ZAMBOLIM, L.; NEVES, W. S.; COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D. A antracnose do milho. Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas, v.8, n.1, p.11-27, 2014. [10.0000/rtcab.v8i1.1430](https://doi.org/10.0000/rtcab.v8i1.1430)
- PAULA, F. L. M. Aplicação de CO₂ via irrigação na pimenta Tabasco cultivada em ambiente protegido. 2008. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. [10.11606/T.11.2009.tde-10032009-090446](https://doi.org/10.11606/T.11.2009.tde-10032009-090446)
- PEDRO, E. A. S.; HARAKAVA, R.; LUCON, C. M. M.; GUZZO, S. D. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.11, p.1589-1595, 2012. [10.1590/S0100-204X2012001100005](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001100005).
- PENG, L. J.; SUN, T.; YANG, Y. L.; CAI, L.; HYDE, K. D.; BAHKALI, H.; LIU, Z. Y. *Colletotrichum* species on grape in Guizhou and Yunnan provinces, China. Mycoscience, v.54, p.29-41, 2013. [10.1016/j.myc.2012.07.006](https://doi.org/10.1016/j.myc.2012.07.006)
- PERINA, F. J. Óleos essenciais e frações majoritárias ativas no controle da mancha marrom de alternaria (*Alternaria alternata*) em tangerina ponkan. 2014. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.
- PHOULIVONG, S.; CAI, L.; CHEN, H.; MCKENZIE, E. H. C.; ABDELSALAM, K.; CHUKEATIROTTOE, E.; HYDE, K. D. *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical fruits. Fungal Diversity, v.44, p.33-43, 2010. [10.1007/s13225-010-0046-0](https://doi.org/10.1007/s13225-010-0046-0)
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; 2018. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>
- RAKESH, K. P.; SINGH, R., Anthracnose of mango incited by *Colletotrichum gloeosporioides*: A comprehensive review. International Journal of Pure & Applied Bioscience, v.5, n.1, p.48-56, 2017. [10.18782/2320-7051.2478](https://doi.org/10.18782/2320-7051.2478)
- REIS, A.; BOITEUX, L. S.; HENZ, G. P. Antracnose em Hortaliças da Família Solanacea. Embrapa Hortaliças, 2009. 9p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnico, 79).
- RIBEIRO, J. G.; SERRA, I. M. R. S.; ARAÚJO, M. U. P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. Summa Phytopathologica, v.42, n.2, p.160-164, 2016. [10.1590/0100-5405/2023](https://doi.org/10.1590/0100-5405/2023)
- ROGERIO, F.; CIAMPI-GUILLARDI, M.; BARBIERI, M.C.; BRAGANÇA, C. A.; SEIXAS, C. D.; ALMEIDA, A. M.; MASSOLA, M. S. Phylogeny and variability of *Colletotrichum truncatum* associated with soybean anthracnose in Brazil. Journal of Applied Microbiology, v.122, n.2, p.402-415, 2017. [10.1111/jam.13346](https://doi.org/10.1111/jam.13346)
- ROZWALKA, L. C.; LIMA, M. L. R. Z.; DE MIO, L. L. M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. Ciência Rural, v.38, n.2, p.301-307, 2008. [10.1590/S0103-84782008000200001](https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000200001)
- SILVA, A. C.; SALES, N. L. P.; ARAÚJO, A. V.; CALDEIRA JÚNIOR, C. F. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. Ciência e Agrotecnologia, v.33, Edição Especial, p.1853-1860, 2009. [10.1590/S1413-70542009000700026](https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000700026)

SILVA, E. V. Potencialidades da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) como aditivo natural. 2017. 170 f. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil, 2017.

SILVA, K. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; LEMOS, O. L.; BOMFIM, M. P.; BOMFIM, A. A.; ESQUIVEL, G. L.; BARRETO, A. P. P.; JOSÉ, A. R. S.; DIAS, N. O.; TAVARES, G. M. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) em diferentes espécies frutíferas. Revista Brasileira de Fruticultura, v.28, n.1, p.131-133, 2006. [10.1590/S0100-29452006000100036](https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000100036)

SOUZA JÚNIOR, I. T.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. Biotemas, v.22, n.3, p.77-83, 2009. [10.5007/2175-7925.2009v22n3p77](https://doi.org/10.5007/2175-7925.2009v22n3p77)

SPOTO, M. A. B. R.; OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimento. III. Título. Barueri, SP: Manole, 2006.

SURH, Y. Chemoprotective properties of some pungent pungent ingredients present in the red pepper and ginger. Mutation Research, v.402, p.259-267, 1998. [10.1016/s0027-5107\(97\)00305-9](https://doi.org/10.1016/s0027-5107(97)00305-9)

TORRES, D. E. G.; MANCINI, D. A. P.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Antioxidant activity of macambo (*Theobroma bicolor* L.) extracts. European Journal of Lipid Science and Technology, v. 104, p. 278- 281, 2002. [10.1002/1438-9312\(200205\)104:5<278::AID-EJLT278>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200205)104:5<278::AID-EJLT278>3.0.CO;2-K)

VENTUROSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. Summa Phytopathologica, v.37, n.1, p.18-23, 2011a. [10.1590/S0100-54052011000100003](https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000100003)

VENTUROSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; SOUZA, F.R. Inibição do crescimento *in vitro* de fitopatógenos sob diferentes concentrações de extratos de plantas medicinais. Arquivos do Instituto Biológico, v.78, n.1, p.89-95, 2011b.

WALLER, J. M. I Diseases of perennial and other cash crops. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (eds.). *Colletotrichum: Biology, pathology and control*. Wallingford: CAB International. (1992). p.131-142.

XING, F.; CHENG, G.; YI, K. Study on the antimicrobial activities of the capsaicin microcapsules. Journal of Applied Polymer Science, v.102, p.1318-1321, 2006. [10.1002/app.23766](https://doi.org/10.1002/app.23766)

ZHUANG, Y.; CHEN, L.; SUN, L.; CAO, J. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers.