UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JUAN GUILLERMO CUBILLOS HINOJOSA

MICRO-ORGANISMOS ENDOFÍTICOS DE MANGA PARA CONTROLE DA ANTRACNOSE EM CULTIVAR VALLENATO NO ESTADO CESAR, COLÔMBIA.

Curitiba

2024

JUAN GUILLERMO CUBILLOS HINOJOSA

MICRO-ORGANISMOS ENDOFÍTICOS DE MANGA PARA CONTROLE DA ANTRACNOSE EM CULTIVAR VALLENATO NO ESTADO CESAR, COLÔMBIA.

Artigo apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de Especializacao em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrarias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Páez Redondo

Curitiba

2024

Dedico este trabalho a todos que de alguma forma acreditam em mim e que possibilitaram a realização dessa pós-graduação.

Agradecimentos

A Deus, por ser meu sustento em cada momento da minha vida.

À Universidade Federal de Paraná (UFPR), e o Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, pela oportunidade de realização do curso de lato sensu.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alberto Paez Redondo, quem sempre tem sido um grande professor e referência para mim.

Ao Centro de pesquisa Motilonia da Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, em especial ao diretor pelo apoio para fazer esse lato sensu.

Aos meus alunos do Programa de Microbiologia da Universidad Popular del Cesar, na Colômbia pelo apoio nos experimentos.

Aos professores do programa de pós-graduação em Fitossanidade, pela paciência e ensinamentos tanto nas aulas virtuais como nos encontros presenciais.

Aos funcionários do programa de pós-graduação em Fitossanidade e PECCA pela disposição e ajuda.

Aos colegas brasileiros e estrangeiros pelo convivo nos encontros presenciais, muito sucesso para vocês.

A minha família pelo amor e me incentivar sempre para ir em frente sempre.

MICRO-ORGANISMOS ENDOFÍTICOS DE MANGA PARA CONTROLE DA ANTRACNOSE EM CULTIVAR VALLENATO NO ESTADO CESAR, COLÔMBIA.

Juan Guillermo Cubillos Hinojosa

RESUMO

No estado Cesar, a variedade de manga “Vallenato” é uma das mais suscetíveis à antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum sp.*; que é uma doença que deteriora as condições organolépticas da fruta, afetando a sua comercialização e exportação nacional. O objetivo do trabalho foi avaliar micro-organismos endofíticos da manga (*Rhodotorula* sp., *Bacillus subtilis* e *Scytalidium* sp.), como controladores da antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum sp.* na variedade suscetível “Vallenato” no estado Cesar, Colômbia. Para determinar a capacidade inibitória de microrganismos endofíticos isolados de manga em frutos em testes in vitro da variedade Vallenato, foi conduzido um delineamento em blocos casualizados, utilizando as duas técnicas de antagonismo separadamente; cada tratamento teve três repetições e a unidade experimental foi composta cinco frutos. No teste de antagonismo entre os endofìticos não houve efeito antagônico entre nenhum dos confrontos. Na técnica 1 onde foram inoculados os endofíticos na fruta sadia após o crescimento do patógeno, o teste de tukey mostrou que o endofiticos *Bacillus subtilis*, *Rhodotorula* sp, exeto *Scytalidium* sp., possuem diferenças significativas em comparação com o controle no período de incubação e de latência. Esses resultados demostram que os endofiticos *Bacillus subtilis e Rhodotorula* sp quando são inoculados após o crescimento do patógeno conseguem inhibir o seu crescimento devido a que apresentam períodos de incubação e latência maiores do que o controle, sendo similar quando os endofiticos são inoculados em consorcio. Na técnica 2, onde foi inoculado o patógeno na fruta sadia após o crescimento dos endofíticos, foi evidenciado que os endofiticos quando são inoculados antes que o patógeno, tanto de forma isolada como em consorcio conseguem inhibir o desenvolvimento do patógeno adiando o período de incubação e latência, observando-se diferenças significativas dos tratamentos com endofiticos em comparação com o controle. Nesse sentido, o uso dos endofiticos como *Bacillus subtilis, Rhodotorula* sp e o consorcio dos três endofiticos podem ser empregados tanto de forma preventiva como curativa de antracnosis em postcolheita.

Palavras-chave: antracnosis, endofìticos, manga, controle biológico.

ABSTRACT

In Cesar state, the mango variety “Vallenato” is one of the most susceptible to anthracnose caused by the fungus *Colletotrichum sp.*; which is a disease that deteriorates the organoleptic conditions of the fruit, affecting its marketing and national export. The objective of this study was to evaluate endophytic microorganisms of mango (*Rhodotorula* sp., *Bacillus subtilis* and *Scytalidium* sp.) as controllers of anthracnose caused by the fungus *Colletotrichum sp.* in the susceptible variety “Vallenato” in Cesar state, Colombia. To determine the inhibitory capacity of endophytic microorganisms isolated from mango fruits in vitro tests of the Vallenato variety, a randomized block design was conducted, using the two antagonism techniques separately; each treatment had three replicates, and the experimental unit consisted of five fruits. In the antagonism test between the endophytes, there was no antagonistic effect between any of the confrontations. In technique 1, where the endophytes were inoculated into the healthy fruit after the growth of the pathogen, the Tukey test showed that the endophytes *Bacillus subtilis, Rhodotorula* sp, except *Scytalidium* sp., have significant differences compared to the control in the incubation and latency periods. These results demonstrate that the endophytes *Bacillus subtilis* and *Rhodotorula* sp, when inoculated after the growth of the pathogen, can inhibit its growth because they have longer incubation and latency periods than the control, being similar when the endophytes are inoculated in consortium. In technique 2, where the pathogen was inoculated into healthy fruit after the growth of endophytes, it was shown that when endophytes are inoculated before the pathogen, both alone and in consortium, they can inhibit the development of the pathogen, postponing the incubation and latency periods, with significant differences observed between treatments with endophytes and the control. In this sense, the use of endophytes such as *Bacillus subtilis*, *Rhodotorula* sp and the consortium of the three endophytes can be used both preventively and curatively for anthracnose in postharvest.

Keywords: anthracnose, endophytes, mango, biological control.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – Micro-organismos endofíticos de manga para controle da antracnose em cultivar vallenato no estado Cesar, Colômbia .....…… 8

1. Introducão ..…….... 8
2. Metodologia ..……..... 9
3. Resultados e discussão …….. 12
4. Conclusão ……. 17
5. Referências 17

Capítulo I. Micro-organismos endofíticos de manga para controle da antracnose em cultivar vallenato no estado Cesar, Colômbia

1. INTRODUCÃO

O estado Cesar, na Colômbia, sua economia baseia-se secundariamente nas atividades agrícolas, destacando-se a manga como um produto com elevado potencial e demanda no mercado nacional e internacional, que é atacado por diversas doenças, predominando do tipo microbiana. No estado Cesar, a variedade de manga “Vallenato”, que recebeu esse nome em homenagem aos habitantes da cidade de Valledupar (Cesar) e à música característica desta região (Fernández & Reales, 2011), é uma das variedades mais suscetíveis à antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum sp.* (Amaris & Escobar, 2006); que é uma doença que deteriora as condições organolépticas da fruta, afetando a sua comercialização e exportação nacional.

Estima-se que 99% da manga crioula no estado Cesar (Colombia) seja afetada pela antracnose, enquanto nas fazendas destinadas à exportação, 50% da fruta não atende aos requisitos sanitários para tal fim. Nos estudos sobre perda de frutos, a antracnose é a causa primária, apontando que 60% das frutas tropicais da Colômbia são afetadas por esta doença (MARTINEZ et al., 2020). Uma das fontes do inoculo do agente causal *Colletotrichum* spp são as estructuras do patógeno que ficam quiescentes na epidermis e quando as condições se tornam favoráveis tanto nos nutrientes como o ambiente, o estado quiescente é ativado principalmente nas etapas de floração e geração do fruto sendo afetada a produção do cultivo (AKEM, 2006; SANGEETHA & RAWAL 2008; PRUSKY et al., 2013; KAMLE & KUMAR, 2016;). Até hoje, o controle da antracnose na manga é realizado por meio de técnicas de manejo integrado e utilização de fungicidas protetores e sistêmicos (PAEZ, 2003). Apesar disso, a incidência desta doença continua afetando a produtividade da cultura.

Através de estudos desenvolvidos na Universidad Popular del Cesar da Colômbia, foi possível isolar microrganismos endofíticos como *Bacillus subtilis, Rhodotorula* sp. y *Scytalidium* sp de plantas de manga das variedades Vallenato

y Tommy Atkins que mostraram alta capacidade inibitória in vitro contra o fungo *Colletotrichum sp.*, porém, faltam estudos que demostrem essa capacidade de controle em frutos e mudas na variedade Vallenato suscetíveis à Antracnose e fornecer assim novos conhecimentos para a utilização desses micro-organismos endofíticos como estratégia de controle biológico da doença e contribuir para a solução deste problema que vem afetando os produtores de manga e a economia do estado Cesar, na Colômbia. O objetivo do trabalho foi avaliar micro-organismos endofíticos da manga (*Rhodotorula* sp., *Bacillus subtilis* e *Scytalidium* sp.), como controladores da antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum sp.* na variedade suscetível “Vallenato” no estado Cesar, Colômbia.

2. METODOLOGIA

Para determinar a capacidade inibitória de microrganismos endofíticos isolados de manga em frutos em testes in vitro da variedade Vallenato, foi conduzido um delineamento em blocos casualizados, utilizando as duas técnicas de antagonismo separadamente; cada tratamento teve três repetições e a unidade experimental foi composta cinco frutos.

2.1 Amostragem

Para a amostragem, foram retirados frutos de manga da variedade Vallenato em uma fazenda localizadas na cidade de Valledupar, no estado Cesar, Colômbia. A amostra foi colhida em zigue-zague aleatório simples para obtenção da amostra representativa, levando em consideração a área plantada da fazenda e as arvores que não estivessem localizadas nas bordas, beiras de estradas, perto de drenos, canais de água e se fungicidas forem aplicados neles.

As frutas foram colhidas de forma vertical e horizontal, para a seleção de frutas sadias e colocadas em cestos para seu transporte.

Gerenciamento de amostras.

Os frutos foram transportados da fazenda para o Laboratório de Microbiologia onde foram desinfectados com hipoclorito de sódio a 2% e enxaguados com água destilada.

REATIVAÇÃO DOS ENDOFÍTICOS

Os micro-organismos endofíticos *Bacillus subtilis, Rhodotorula* sp. e *Scytalidium* sp. frutos e flores que foram isolados por Arias et al., 2022 de variedades de manga como Vallenato e Tommy Atkins (Dados não publicados). Esses endofíticos estavam conservados em glicerol 10% e refrigerados no laboratório do Laboratório de Microbiologia da Universidade Popular de Cesar, na Colômbia.

Para reativá-los foram retirados os microrganismos de onde estavam preservados e foram enriquecidos em água tamponada e foram incubados após da seguinte forma: *B. subtilis* foi incubada a 37°C por 48 horas e *Rhodotorula* sp. e *Scytalidium* sp. foram incubados a 25°C por 48 horas. Logo do tempo de incubação, os micro-organismos endofíticos foram incubados em Ágar Manga natural sólido padronizado por Amaris e Escobar (2006) e incubados nas temperaturas anteriormente mencionadas.

TESTE DE AVALIAÇÃO DO ANTAGONISMO ENTRE OS ENDOFÍTICOS

Antes da realização do teste de antagonismo entre os endofíticos foram feitas diluições até atingir a concentração de 10^6 células. mL^{-1}. Para isso, foram semeadas e incubadas, as bactérias a 37ºC e os fungos a 25ºC por 48 horas, em seguida foi feita uma solução de cada micro-organismo e uma primeira contagem em câmara de Neubauer.

O teste de antagonismo entre endofíticos foi feito pela técnica de poços em Ágar Manga Natural sólido com pH 4 para se assemelhar à polpa de manga. Os confrontos antagônicos foram os seguintes:

1. *B. subtilis* - *Scytalidium* sp.

2. *B. subtilis* - *Rhodotorula* sp.

3. *Rhodotorula* sp. - *Scytalidium* sp.

Os micro-organismos foram incubados após a 30°C por 48 horas e logo foi feita uma solução de cada microrganismo para fazer uma segunda contagem em câmara de Neubauer e assim comparar com a primeira contagem e determinar se há antagonismo entre um endofitico e outro.

BIOENSAIOS

BIOENSAIO 1. Teste In Vitro em Frutas: Este bioensaio consistirá em duas fases:

Fase I. Avaliação de danos ao tecido vegetal. Cada micro-organismo endofítico foi inoculado na concentração de 10^6 células. mL^{-1} em frutas sadias de manga Vallenato por punção. Os tratamentos foram os seguintes:

1. *B. subtilis* inoculado em frutas sadias.
2. *Rhodotorula* sp. inoculado em frutas sadias.
3. *Scytalidium* sp. inoculado em frutas sadias.

Depois da inoculação os frutos foram colocados em câmara úmida por 7 dias, onde a cada 24 horas foi monitorado se havia ou não aparecimento de sintomas (danos ou lesões) nos frutos. Quando aconteceu algum dano foram aplicados os postulados de Koch.

Teste de patogenicidade

Foi conduzido um teste de patogenicidade do *Colletotrichum sp.* isolado de manga cultivar vallenato e que estava no banco de isolados do laboratório de microbiologia da Universidad Popular del Cesar, na Colômbia. Para isso, foi feita uma suspensão de esporos em água destilada esterilizada, sendo quantificada em câmera de Neubauer até atingir uma concentração de 1×10^{-6} conidios. mL^{-1}. Em seguida, foram inoculadas 5 frutas de manga sadias do cultivar vallenato pelo método de punção e foram colocadas em câmera úmida por 10 dias, sendo

feitas as observações há cada 24 horas e registrando o aparecimento de sintomas (período de incubação) e o aparecimento do crescimento do fungo (período de latência) (Amaris & Escobar, 2006).

Fase II. Avaliação da capacidade inibitória. Nesta fase foram avaliados os endofíticos em consorcio e isoladamente. Duas técnicas foram usadas para confrontar o conjunto de endofíticos e patógenos (Amaris & Escobar, 2006), como segue:

Técnica 1. Inoculação do endofítico na fruta sadia após o crescimento do patógeno. Esta técnica foi aplicada ao tratamento: a. Crescimento do patógeno e subsequente inoculação do consorcio de endofíticos.

Técnica 2. Inoculação do patógeno na fruta sadia após o crescimento do endofítico. Nesta técnica será realizado o seguinte tratamento: a. Crescimento do consorcio de endofíticos e subsequente inoculação do patógeno.

Nas duas técnicas foi considerado o período de incubação (aparecimento dos sintomas) e de latência (aparecimento do micélio) do patógeno no teste de patogenicidade e foram registrados durante 10 dias (Amaris & Escobar, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSÃO

AVALIAÇÃO DO ANTAGONISMO ENTRE OS ENDOFÍTICOS

Após das 48 horas de avaliação no meio solido e feita a solução de cada microorganismos para a segunda contagem foi evidenciado que não houve efeito antagônico em nemhum dos confrontos (Tabela 1).

Tabela 1. Concentracao dos microorganismos endofítico antes e depois do confronto de avaliação antagônica (n=3).

Confronto / Contagem	Primeira Cel.mL^{-1}			Segunda Cel.mL^{-1}		
	B. subtilis	*Scytalidium* sp.	*Rhodotorula* sp	*B. subtilis*	*Scytalidium* sp.	*Rhodotorula* sp

B. subtilis - *Scytalidium* sp	1,2 x 10^{-8}	1,1 x 10^{-8}	-	1,6 x 10^{-8}	1,4 x 10^{-8}	-
B. subtilis - *Rhodotorula* sp.	1,2 x 10^{-8}		1,3 x 10^{-8}	1,4 x 10^{-8}		1,5 x 10^{-8}
Rhodotorula sp. - *Scytalidium* sp.		1,1 x 10^{-8}	1,3 x 10^{-8}		1,3 x 10^{-8}	1,5 x 10^{-8}

Teste In Vitro em Frutas sadias

Fase I. Avaliação de danos ao tecido vegetal. Após inoculação dos endofíticos e sete dias de incubação na camera úmida nenhuma das frutas apresentou sintomas, o que permitiu continuar com a fase de avalição da capacidade inhibitoria.

Teste de patogenicidade.

As frutas inoculadas apresentaram os primeiros síntomas no día 3 (período de incubação) e o aparecimento do crescimento do fungo no dia 5 (período de latência), o que significa que o isolado possui uma alta patogenicidade (Tabela 2. Esses resultados semelhantes foram reportados por Amaris & Escobar (2006) em teste de patogenicidade de um isolado de *Colletotrichum sp.* em frutos de manga da variedade “azucar”, onde o período de incubação foi no dia 3 e o período de latência no dia 5.

Tabela 2. Teste de patogenicidade de *Colletotrichum sp* em frutas do cultivar vallenato.

Fruta	Período de incubação (dias)	Periodo de latência (dias)
1	4	5

2	2	4
3	3	5
4	3	5
5	3	4
Promedio	3	4,6

Dentre os sintomas que foram observados encontram-se necrosis da região onde foi feita a punção e há cada dia foi observado o aumento da mancha, logo depois amaciamento do tecido, aparição do micélio e a podridão total da fruta no dia 8. Esses resultados mostraram que o desenvolvimento dos sintomas é muito rápido, de igual forma que a capacidade de gerar o inoculo, devido a que há um período muito curto entre o aparecimento do primeiro sintoma e a esporulação do fungo (Tabela 3).

Tabela 3. Avalição do aparecimento de sintomas da doença no teste de patogenicidade de *Colletotrichum sp.* em frutas de manga cultivar vallenato.

Fruto	Aparecimento dos sintomas (dias)				Podridao da fruta
	Necrosis no ponto de punção	Aumento do tamanho da lesão	Amaciamento do tecido	Aparecimento do micélio	
1	4	3	4	5	10
2	3	3	4	4	7
3	2	3	4	5	6
4	3	3	4	5	10
5	3	4	4	5	7
Promedio	3	3,2	4	4,8	8

Fase II. Avaliação da capacidade inibitória dos endofiticos contra o patogeno.

Na técnica 1 onde foram inoculados os endofíticos na fruta sadia após o crescimento do patógeno, o teste de tukey mostrou que o endofiticos *Bacillus*

subtilis, *Rhodotorula* sp, exeto *Scytalidium* sp., possuem diferenças significativas em comparação com o controle no período de incubação e de latência (Tabela 4).

Tabela 4. Medias do período de incubação e latência no teste de confrontação in vitro em frutos entre *Colletotrichum sp* e microorganismos endofiticos inoculados após o patógeno.

Micro-organismos	Periodo de incubação	Periodo de latência
Bacillus subtilis	6,0 a	8,5 a
Rhodotorula sp	6,5 a	9,0 a
Scytalidium sp.	3,5 b	5,6 b
Consorcio	6,6 a	9,2 a
Controle	3,0 b	5,0 b

Letras iguais não apresentan diferenças significativas (P≤0,05) segundo o teste de Tukey.

Esses resultados demostram que os endofiticos *Bacillus subtilis e Rhodotorula* sp quando são inoculados após o crescimento do patógeno conseguem inhibir o seu crescimento devido a que apresentam períodos de incubação e latência maiores do que o controle (Tabela 4), sendo similar quando os endofiticos são inoculados em consorcio. Esses resultados constrastam pelo reportado por AMARIS & ESCOBAR (2006) no experimento in vitro em frutos de manga da variedade “azucar” onde isolados de *Scytalidium* sp conseguiram controlar ao patógeno, porém, foram obtidos resultados similares com o isolado de *Bacillus subtilis* onde também foi controlado o patógeno. Em outro estudo similares na variedade “azúcar” foi determinada a eficácia no controle da antracnosis pelo tratamento térmico e a inoculação de antagonistas *Lysinibacillus xylaniticus* Ap282*, Rhodotorula glutinis* Lv316 e aplicação da quitina (10 mg L^{-1}) onde os dois antaonistas apresentaram uma eficácia de 49% al 69% no controle da doença (ZAPATA-NARVAEZ et al., 2021). Em outras variedades como manga Kent, CARRILLO-FASIO et al., (2005) avaliaram isolamentos de *Bacillus* e *Rhodotorula* em conjunto e de forma isolada, encontraram que existe um maior controle sob antracnosis nos frutos de mango Kent quando estes são aplicados em conjunto. Alem disso, *B. subtilis* tem sido reportado como inhibidor de *Colletotrichum acutatum* em cítricos (KUPPER et al., 2010).

Na técnica 2, onde foi inoculado o patógeno na fruta sadia após o crescimento dos endofíticos, foi evidenciado que os endofiticos quando são inoculados antes que o patógeno, tanto de forma isolada como em consorcio conseguem inhibir o desenvolvimento do patógeno adiando o período de incubação e latência, observando-se diferenças significativas dos tratamentos com endofiticos em comparação com o controle (Tabela 5).

Tabela 5. Medias do período de incubação e latência no teste de confrontação in vitro em frutos entre *Colletotrichum sp* e microorganismos endofiticos inoculados antes do patógeno.

Micro-organismos	**Periodo de incubação**	**Periodo de latência**
Bacillus subtilis	6,0 a	8,5 a
Rhodotorula sp	6,5 a	9,0 a
Scytalidium sp.	6,5 a	8,6 a
Consorcio	6,6 a	9,2 a
Controle	3,0 b	5,0 b

Letras iguais não apresentan diferenças significativas (P≤0,05) segundo o teste de Tukey.

Amaris & Escobar (2006) reportaram resulados semelhantes com endofiticos de *Bacillus subtilis, Rhodotorula* sp e *Scytalidium* sp que apresentaram um maior tempo no período de incubação e latência que o controle, quando esses micro-organismos foram inoculados em cultivar de manga “azucar” primeiro que o patógeno.

Nesse sentido, os resultados mostram que tanto bacterias como leveduras e fungos possuem mecanismos de acáo que podem inhibir o desenvolvimento de patógenos como *Colletotrichum sp*: competencia pelos nutrientes e espaço, produccao de sideroforos, antibióticos, indução a resistência, parasitismo entre outros (RUNGJINDAMAI, 2016).

Nesse sentido, o uso dos endofiticos como *Bacillus subtilis, Rhodotorula* sp e o consorcio dos três endofiticos podem ser empregados tanto de forma preventiva como curativa de antracnosis em postcolheita.

4. CONCLUSÃO

Os microorganismos endofiticos *Bacillus subtilis e Rhodotorula* sp possuem a capacidade de inhibir o crescimento do patógeno *Colletotrichum sp* em frutas de manga cultivar vallenato, afetando seu período de incubação e latência, sendo semelhante a atividade inhibitoria se for usado o consorcio dos endofiticos. Portanto, esses micro-organismos podem ser potenciais controladores da antracnosis em postcolheita.

5. REFERÊNCIAS

AMARIS Y.; ESCOBAR L. 2006. **Estudio de microorganismos endófitos em cultivares de mango (Mangifera indica L.) con reacción diferencial a Colletotrichum sp. causante de la antracnosis, en los departamentos del Cesar y Magdalena**. 90f. Trabalho de conclusão de curso de Microbiologia – Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Popular del Cesar, Valledupar, 2006.

CARRILLO-FASIO JA, GARCÍA-ESTRADA RS, MUY-RANGEL MD, SAÑUDO-BARAJAS A, MÁRQUEZ-ZEQUERA I, ALLENDE-MOLAR R. 2005. **Control Biológico de Antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc.] y su Efecto en la Calidad Poscosecha del Mango (Mangifera indicaL.) en Sinaloa, México**. Revista Mexicana de Fitopatología 23: 24-32.

FERNANDEZ A.; REALES, J. 2011. **Physicochemical evaluation of Mangifera indica L. fruits c.v Vallenato preserved in modified atmosphere to extend its quality**. Revista Técnica de Ingeniería de la Universidad del Zulia 34(1):31-38.

KUPPER, K. C., WICKERT, E., AUKAR, A. P. A., RIVAS, E., & GOES, A. D. 2010. **Diversidad genética de aislamientos de *Bacillus subtilis* con potencial para el control biológico de *Colletotrichum acutatum* y Guignardia citricarpa**. Summa Phytopathologica, 36, 195-202.

MARTINEZ CHIGUACHI, J. A., FAJARDO, A. G., ESQUIVEL, J. S., GONZÁLEZ, D. M., PRIETO, ÁNGELA G., & RINCÓN, D. 2020. **Manejo integrado del cultivo de mango Mangifera indica L. Ciencias Agropecuarias**, 6(1), 51–78.

PÁEZ, A. 2003. **Tecnologías sostenibles para el manejo de antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz & Sacc.] en papaya (Carica papaya L.) y mango (Mangifera indica L.).** Corpoica, Valledupar, boletín técnico n.° 8. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/165907.

QUINTERO-MERCADO, A., DANGON-BERNIER, F., & PÁEZ-REDONDO, A. 2019. **Aislamientos endofíticos de *Colletotrichum* spp. a partir de hojas y ramas de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Azúcar en el municipio de**

Ciénaga, Magdalena, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *43*(166), 65-77.

RUNGJINDAMAI N. 2016. **Isolation and evaluation of biocontrol agents in controlling anthracnose disease of mango in Thailand**. Journal of Plant Protection Research 56(3): 306-311.

ZAPATA-NARVAEZ, Y.A. ET AL. 2021. **Eficacia de antagonistas microbianos y quitina en el control de Colletotrichum gloeosporioides en poscosecha de mango cv. Azúcar**. Revista Mexicana de Fitopatología, 39 (2): 248-265.