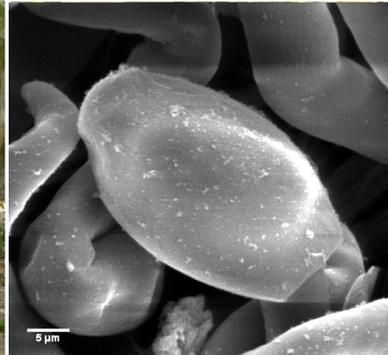
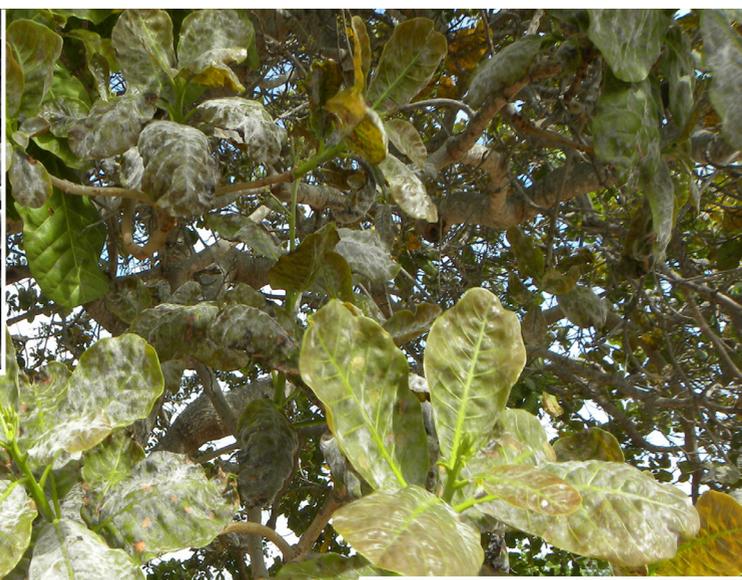
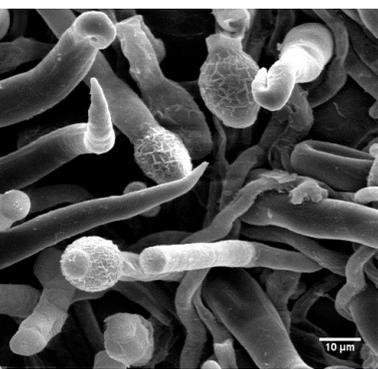


Caracterização Morfofisiológica e Sensibilidade de *Pseudoidium anacardii* a Fungicidas



ISSN 1679-6543

Agosto, 2016

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 119

Caracterização Morfofisiológica e Sensibilidade de *Pseudoidium anacardii* a Fungicidas

Thiago Barbosa Honorato

Joilson Silva Lima

José Emilson Cardoso

Embrapa Agroindústria Tropical

Fortaleza, CE

2016

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Gustavo Adolfo Saavedra Pinto*
Secretária-executiva: *Celli Rodrigues Muniz*
Secretária-administrativa: *Eveline de Castro Menezes*
Membros: *Janice Ribeiro Lima, Marlos Alves Bezerra, Luiz Augusto Lopes Serrano, Marlon Vagner Valentim Martins, Guilherme Julião Zocolo, Rita de Cássia Costa Cid, Eliana Sousa Ximendes*

Supervisão editorial: *Sérgio César de França Fuck Júnior*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização: *Rita de Cassia Costa Cid*

Imagens da capa: *José Emilson Cardoso* (cajueiro) e *Celli Rodrigues Muniz* (detalhes de microscopia de conidióforos acima, e conídio abaixo, de *Pseudoidium anacardii*).

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

On-line (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Caracterização morfofisiológica e sensibilidade de *Pseudoidium anacardii* a fungicidas / Thiago Barbosa Honorato... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

23 p. il.; 15 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 119).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Oídio. 2. Morfometria. 3. Germinação. 4. Inibição. I. Honorato, Thiago Barbosa. II. Lima, Joilson Silva. III. Cardoso, José Emilson. IV. Série.

CDD 632.4

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	13
Conclusão	21
Referências	22

Caracterização Morfofisiológica e Sensibilidade de *Pseudoidium anacardii* a Fungicidas

*Thiago Barbosa Honorato*¹

*Joilson Silva Lima*²

*José Emilson Cardoso*³

Resumo

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta de elevada importância no Nordeste brasileiro, principalmente no Estado do Ceará. Entretanto, nos últimos anos, algumas doenças tornaram-se uma importante ameaça à produtividade do cajueiro. O fungo *Pseudoidium anacardii* tem sido responsável por gerar enormes prejuízos ao cajueiro devido a sua rápida disseminação e agressividade. Informações básicas sobre a biologia do fungo, variabilidade morfológica e fisiológica e sensibilidade dos conídios aos fungicidas inexistem na literatura. Este estudo foi desenvolvido visando caracterizar a morfologia e a fisiologia de conídios de isolados de *P. anacardii* associados ao cajueiro, além de verificar a sua sensibilidade aos diferentes fungicidas comerciais, comumente usados para controle desse grupo de patógenos em outros hospedeiros. Foram utilizados 21 isolados do fungo de diferentes estados da região Nordeste. A análise morfométrica baseou-se na medição do comprimento e da largura dos conídios e na obtenção da

¹ Engenheiro-agrônomo pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, thiagobhonorato@hotmail.com

² Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, joilsonagro@gmail.com

³ Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, jose-emilson.cardoso@embrapa.br

relação comprimento/largura para cada isolado. A análise fisiológica deu-se com a avaliação da temperatura ideal de germinação dos conídios em diferentes meios de cultura (BCA, BDA, Ágar-Água, Suco V8 e Sach-Ágar). Enquanto a sensibilidade aos fungicidas comerciais Trifmine® (triflumizole), Amistar® (azoxistrobina), Carbomax® (carbendazim), Recop® (oxicloreto de cobre), Rival® (tebuconazole), Tecto® (thiabendazole) e Kumulus® (enxofre) foi testada variando-se as concentrações de cada ingrediente ativo (i.a.): 0,05%, 0,1%, 0,2%, e 0,4%. Conídios de *P. anacardii* oriundos de tecidos novos diferiram estatisticamente de conídios obtidos de tecidos maduros tanto na largura quanto na relação comprimento/largura. As maiores médias percentuais de germinação aconteceram nas temperaturas de 20 °C e 23 °C, enquanto o melhor meio, independentemente da temperatura, foi o Suco V8. Em relação à sensibilidade a fungicidas, o fungicida enxofre inibiu totalmente a germinação de *P. anacardii*, sendo estatisticamente igual ao triflumizole, que inibiu 99,69% da germinação dos conídios do fungo, mesmo na menor concentração.

Termos para indexação: oídio, morfometria, germinação, inibição.

Morphophysiological Characterization and Sensitivity of *Pseudoidium anacardii* to Fungicides

Abstract

The cashew plant (Anacardium occidentale L.) is a major crop in northeastern Brazil, especially in Ceará state. However, for the last years some disease problems have been threatening cashew production. The fungus species Pseudoidium anacardii has imposed severe losses to the cashew growers due to its high severity and aggressiveness. Basic information about the fungus biology, morphological and physiological variability and sensitivity of conidia to the defensive do not exist in the literature. Therefore, this work was developed to characterize P. anacardii isolates from different cashew growing regions by studying their morphology, physiology, and fungicide sensitivity. Twenty one isolates were used from different organs and regions throughout northeastern Brazil. Morphology analyses were done by measuring width and length of conidia and estimating length width ratio for each isolate. To estimate the best temperature for spore germination five growth media were used namely PDA, PCA, Water-Agar, V8 juice, and Sach-Agar, at 20, 23, and 26 °C. The sensitivity to fungicides Trifmine®, Amistar®, Carbomax®, Recop®, Rival®, Tecto®, and Kumulus® was evaluated at 0.05%, 0.1%, 0.2% and 0.4% concentrations of active ingredient. Conidia from young leaves were statistically different from ones from mature leaves in

width, length and width length ratio. The highest percentage means of germination was observed at 20 °C and 23 °C, while the best medium was V8 juice, no matter what temperature. The fungicide Kumulus completely inhibited spore germination, but did not differ statistically from Trifmine, which attained 99.67% inhibition.

Index terms: powdery mildew, conidium germination, morphologic measurement, inhibition.

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) tem elevada importância socioeconômica no Nordeste brasileiro, principalmente no Estado do Ceará, por ocupar uma grande parte da mão de obra agrícola no período de outubro a dezembro, portanto não concorrendo com os tradicionais cultivos de subsistência da região, como milho e feijão, no período das chuvas, e por ser um dos principais produtos de exportação do Estado do Ceará (AGUIAR et al., 2000; CARDOSO; VIANA, 2011). As exportações referentes ao agronegócio do caju renderam uma média anual de mais de 215 milhões de dólares no período de 2007 a 2012. No entanto, a produção anual de castanha tem experimentado um acentuado declínio nos últimos anos. Entre os fatores que concorrem para esse declínio, os problemas fitossanitários se destacam. Doenças como o oídio [*Pseudoidium anacardii* (F. Noack) U. Braun & R. T. A. Cook] vêm atingindo níveis epidêmicos nos últimos anos.

O oídio é um nome genérico atribuído às doenças causadas por espécies de fungos da família Erysiphaceae, caracterizados pelo comportamento biotrófico e ectoparasita em plantas e com alta especialização patogênica. Esse grupo de fungos não mata o hospedeiro, mas causa reduções na produção que variam de 20% a 40%, pois utiliza seus nutrientes, promove a redução da fotossíntese e aumenta a respiração e a transpiração, concorrendo para diminuir o crescimento e a produção da planta (AGRIOS, 1988; BEDENDO, 2011). Os oídios são facilmente reconhecidos por formarem colônias esbranquiçadas de aspecto pulverulento sobre a superfície das partes aéreas das plantas e constituem um dos mais importantes e bem estudados grupos de fungos parasitas de plantas (STADNIK, 2001). A fase anamórfica desses fungos, que corresponde ao gênero *Pseudoidium*, é a principal responsável pela ocorrência da doença nas condições brasileiras (BEDENDO, 1995).

Apesar de ter sido reportada como a principal doença do cajueiro no leste africano desde a segunda metade do século passado (MARTIN et

al., 1997), no Brasil, o oídio do cajueiro se manteve, até recentemente, como uma doença de importância secundária, apresentando apenas um revestimento ralo, branco-acinzentado e pulverulento sobre o limbo foliar, assemelhando-se à cinza vegetal. Porém, nos últimos anos, tem-se observado o ataque nos tecidos juvenis, inflorescências, pedúnculos e frutos, causando deformações, rachaduras e varíolas principalmente nos pedúnculos em todas as regiões produtoras do Nordeste brasileiro. Além dos sintomas descritos acima, uma acentuada variegação do pedúnculo é observada em quase todos os clones comerciais, reduzindo o valor no mercado de mesa (in natura), importante nicho de mercado do agronegócio do caju (CARDOSO et al., 2012).

O extenso grupo de hospedeiros e as várias espécies desse grupo de patógenos proporcionam condições diversificadas para o desenvolvimento e a esporulação dos oídios. A temperatura e a umidade relativa são os mais importantes fatores ambientais que podem afetar as relações patógeno-hospedeiro (REIS, 2004). Rêgo e Carrijo (2000) afirmam que o desenvolvimento e a epidemia de *Pseudoidium* sp. são mais severas em áreas quentes e secas. Porém, as informações descritas sobre o assunto são bastante controversas. Por se tratar de um organismo biotrófico, o seu estudo in vitro é mais difícil. A obtenção de conídios de diferentes órgãos da planta (folhas, frutos, inflorescências) e sua análise morfométrica são uma etapa fundamental para a diferenciação desses organismos, e conhecer as condições ideais de germinação e crescimento inicial constitui embasamento para o manejo do patógeno em campo.

A pesquisa descrita a seguir estudou os conídios de *P. anacardii* objetivando informações precisas a respeito da morfologia e da fisiologia dessas estruturas para facilitar a identificação e conhecer parte do ciclo de vida desse patógeno, respectivamente, assim como conhecer a sensibilidade de suas estruturas reprodutivas a alguns fungicidas. Tudo isso de maneira a subsidiar posteriores estudos epidemiológicos em campo.

Material e Métodos

Obtenção dos isolados

Foram coletados 21 isolados de *P. anacardii* obtidos a partir de sinais presentes em tecidos jovens e maduros de plantas de cajueiro cultivadas em diferentes estados da região Nordeste (Tabela 1). Na análise morfométrica dos conídios de *P. anacardii*, todos os 21 isolados foram utilizados para a medição do comprimento e largura. A germinação em diferentes meios de cultura sob diferentes temperaturas e a reação a fungicidas foram realizadas com conídios do isolado obtido a partir de flores do clone CCP 76 de cajueiro (Oa 20 – FL).

Todas as amostras coletadas para a análise morfométrica dos isolados de cajueiro foram herbarizadas e armazenadas no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

Tabela 1. Isolados de *P. anacardii* coletados de diferentes órgãos de cajueiro em diferentes municípios dos estados do Ceará, Piauí, Pernambuco, Maranhão e Rio Grande do Norte.

Código do isolado	Cajueiro	Órgão da planta	Local de coleta	Data de coleta
Oa 1 – FN	Comum	Folha jovem	Pio IX, Piauí	06/08/2013
Oa 2 – FN	Comum	Folha jovem	Pio IX, Piauí	06/08/2013
Oa 3 – FL	Comum	Flor	Pio IX, Piauí	06/08/2013
Oa 4 – MA	Comum	maturi	Beberibe, CE	26/07/2013
Oa 5 – FN	Clone Faga 11	Folha jovem	Buíque, PE	09/07/2013
Oa 6 – FN	Clone CCP 76	Folha jovem	Buíque, PE	09/07/2013
Oa 7 – FN	Clone Faga 11	Folha jovem	Buíque, PE	31/01/2014
Oa 8 – FN	Clone Faga 11	Folha jovem	Buíque, PE	03/02/2014
Oa 9 – FN	Clone Faga 1	Folha jovem	Buíque, PE	03/02/2014
Oa 10 – FN	Comum	Folha jovem	Buíque, PE	31/01/2014
Oa 11 – FN	Comum	Folha jovem	Buíque, PE	03/02/2014
Oa 12 – FM	Comum	Folha madura	Buíque, PE	31/01/2014
Oa 13 – FM	Clone CCP 06	Folha madura	Buíque, PE	03/02/2014
Oa 14 – FN	Clone CAC 38	Folha jovem	Itatira, CE	14/06/2013
Oa 15 – FM	Anão	Folha madura	Santana do Mato, RN	12/07/2013
Oa 16 – FM	Comum	Folha madura	Paracuru, CE	20/01/2014
Oa 17 – FM	Comum	Folha madura	Itarema, CE	20/01/2014
Oa 18 – FM	Comum	Folha madura	Eusébio, CE	06/03/2014
Oa 19 – FN	Clone Embrapa 51	Folha jovem	Barra do Corda, MA	18/03/2014
Oa 20 – FL	Clone CCP 76	Flor	Fortaleza, CE	28/05/2014
Oa 21 – FNI	Clone BRS 189	Folha jovem inoculada ⁽¹⁾	Fortaleza, CE	27/05/2014

⁽¹⁾Isolado obtido em planta inoculada artificialmente em condições de casa de vegetação.

Morfometria de conídios

Para efeito de comparação entre os isolados de diferentes órgãos da planta, foram medidos o comprimento e a largura dos conídios. Foram coletados conídios provenientes dos cajueiros comum, anão, 'CCP 76', 'CAC 38', 'CCP 06', 'Embrapa 51', 'Faga 1' e 'Faga 11', todos da espécie *Anacardium occidentale* L. Para a extração dos conídios, empregou-se um pincel fino de cerdas macias friccionado sobre a superfície de folhas e flores. Os conídios foram transferidos para lâminas de vidro e corados com azul de Aman.

Para as mensurações de comprimento e largura, foi empregado o programa Motic Images Plus 2.0, mediante emprego de câmera fotográfica (Moticam 1000 1.3 megapixel USB 2.0) acoplada a um microscópio óptico trilocular (LEICA DM LS). Em cada amostra, foram mensurados 50 conídios ao acaso. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Germinação dos conídios

Para avaliar a germinação dos conídios do fungo, em diferentes meios de cultura, foram empregados 15 tratamentos, sendo três temperaturas – 20 °C, 23 °C e 26 °C – e cinco meios de cultura – BCA (20 g de batata, 20 g de cenoura, 17 g de ágar e 1.000 mL de água destilada), BDA (200 g de batata, 20 g de dextrose, 17 g de ágar e 1.000 mL de água destilada), Ágar-Água (20 g de ágar e 1.000 mL de água destilada), Suco V8 (200 mL de V-8, 3 g de CaCO₃, 17 g de ágar e 800 mL de água destilada), Sach-Ágar (1 g de Ca(NO₃)₂, 0,25 g de K₂HPO₄, 0,25 g de MgSO₄.7 H₂O, 4 g de CaCO₃, 0,2 ppm de FeCl₃, 17 g de ágar e 1.000 mL de água destilada). Os testes foram realizados em três incubadoras LT 320 CLIMATEC, cada uma ajustada à temperatura previamente definida.

Foram coletadas inflorescências doentes de cajueiro 'CCP 76', localizado em Fortaleza, CE, (Figura 1) e levadas ao Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical. Os conídios do fungo

foram coletados das flores utilizando a mesma metodologia acima e depositados sobre discos de meio de cultura de 6,5 mm de diâmetro presos sobre lâminas de vidro. Cada tratamento constituiu-se de duas lâminas com quatro discos, totalizando oito repetições/tratamento, acondicionados em placas de Petri. A umidade relativa foi mantida próxima à saturação por meio do acondicionamento com papel filtro umedecido com água destilada dentro dessas placas.



Figura 1. Inflorescências de cajueiro infectadas com *P. anacardii*.

Após 24 horas, os conídios germinados em cada tratamento foram contados por meio de um microscópio óptico com aumento de 40 vezes. Os dados obtidos foram transformados em percentuais para

efeito de análise. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 X 5 (três temperaturas e cinco meios de cultura) com oito repetições. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, utilizando o programa estatístico Sisvar, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Sensibilidade de conídios a fungicidas

Foram empregados 29 tratamentos que constaram de 7 produtos fungicidas comerciais: Trifmine® (triflumizole), Amistar® (azoxistrobina), Carbomax® (carbendazim), Recop® (oxicloreto de cobre), Rival® (tebuconazole), Tecto® (thiabendazole) e Kumulus® (enxofre) às concentrações de 0%; 0,05%; 0,1%; 0,2%; e 0,4% do ingrediente ativo no meio de cultura BCA. Placas contendo somente o meio de cultura BCA foram utilizadas como testemunhas.

Os fungicidas foram preparados e diluídos em BCA conforme a concentração a ser testada. Os conídios foram depositados sobre discos de 6,5 mm de diâmetro com meio BCA contendo fungicidas. Discos com cada um dos fungicidas foram distribuídos aos pares para cada duas lâminas que foram colocadas dentro de bandejas plásticas e mantidas próxima à saturação de umidade. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 7 X 4 (sete fungicidas e quatro concentrações) com quatro repetições.

A sensibilidade ao fungicida baseou-se no percentual de conídios germinados após 24 horas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa estatístico Sisvar, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Morfometria de conídios

Houve variação no comprimento dos esporos dos isolados do fungo obtidos de diferentes órgãos da planta (Figura 2). Todos os conídios obtidos de folhas maduras apresentaram-se no intervalo de 29 μm

a 32 μm de comprimento. Já os conídios obtidos de folhas jovens variaram de 26,93 μm até 31,74 μm . Dentro do grupo de isolados que apresentaram o menor comprimento significativo, apenas um foi proveniente de folha madura.

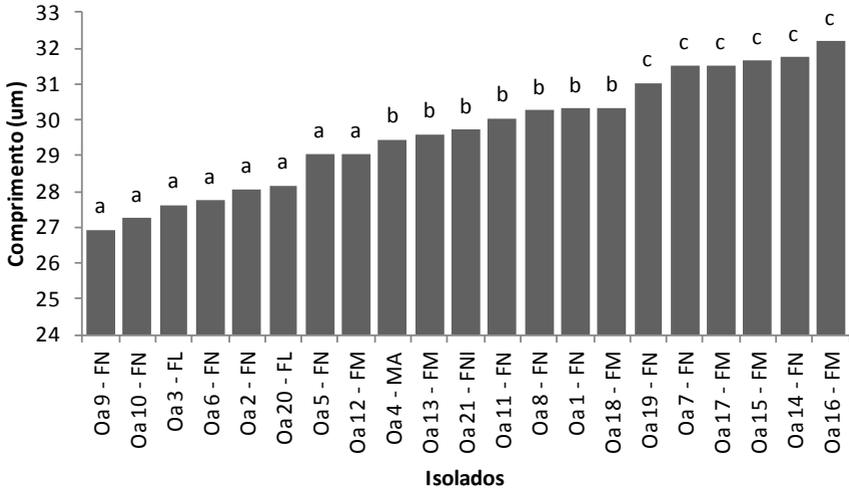


Figura 2. Comprimento (μm) de conídios de 21 isolados de *P. anacardii* oriundos de diferentes órgãos de plantas de cajueiro. Fortaleza, 2014. Oa: *P. anacardii*; FN = Folha jovem; FM = Folha madura; MA = Maturi; FL = Flor; FNI = Folha nova inoculada.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Com relação à variável largura dos conídios, houve diferença entre conídios obtidos dos diferentes órgãos da planta, como entre folha madura e folha jovem, flor ou maturi (Figura 3). Os conídios provenientes de folha madura apresentaram os menores valores de largura, entre 10,68 μm e 12,88 μm . Já os conídios de folha jovem, flor e maturi apresentaram valores entre 14,35 μm e 20,44 μm . Entre os isolados de folha madura, houve variação na largura de conídios de 10,68 μm até 12,88 μm . Os conídios oriundos das partes jovens da planta também apresentaram diferenças quanto à largura.

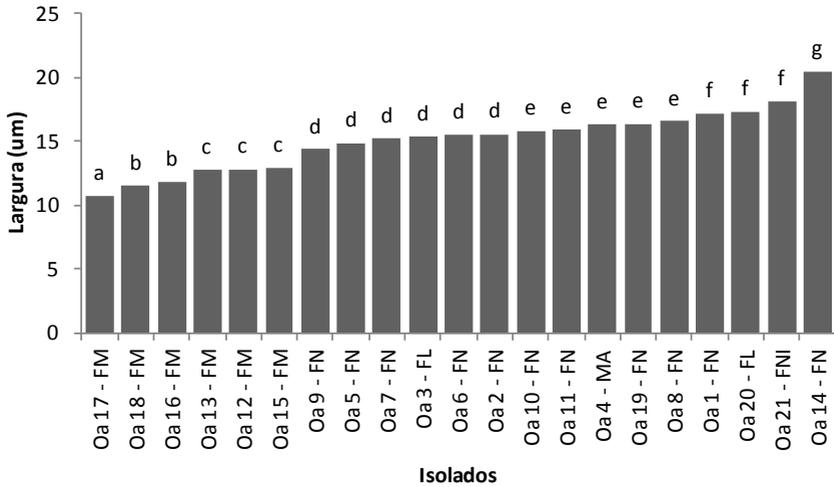


Figura 3. Largura (μm) de conídios de 21 isolados de *P. anacardii* oriundos de diferentes órgãos de plantas de cajueiro. Fortaleza, 2014. Oa: *P. anacardii*; FN = Folha nova; FM = Folha madura; MA = Maturi; FL = Flor; FNI = Folha nova inoculada.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Houve diferença quanto à relação comprimento/largura (Figura 4) em função da localização do conídio na planta. Os conídios isolados de folha madura (FM) apresentaram os maiores valores de comprimento/largura, variando entre 2,32 e 3,04. Já os isolados obtidos dos tecidos jovens (FN, FL e MA) apresentaram valores entre 1,57 e 2,10. Entretanto, foram observadas diferenças entre os isolados oriundos de folha jovem, flor e maturi (FN, FL e MA), assim como entre dos isolados obtidos de folha madura (FM).

Apenas o comprimento dos conídios não é uma boa variável para distinguir conídios oriundos de partes jovens e de partes maduras da planta. Existem conídios de folha jovem com o mesmo comprimento de conídios de folha madura, o que dificulta inferir sobre o local da planta de onde foram obtidos.

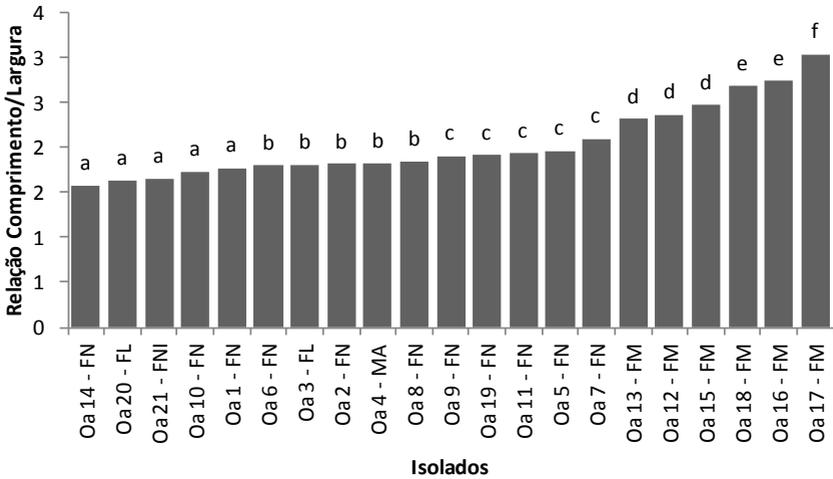


Figura 4. Relação comprimento/largura de conídios de 21 isolados de *P. anacardii* oriundos de diferentes órgãos de plantas de cajueiro. Fortaleza, 2014. Oa: *P. anacardii*; FN = Folha nova; FM = Folha madura; MA = Maturi; FL = Flor; FNI = Folha nova inoculada.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Já a variável largura permitiu a diferenciação dos conídios oriundos de tecidos jovens daqueles de tecidos maduros da planta. Conídios obtidos de tecidos novos apresentaram-se mais largos que os de tecidos maduros. Isso permite inferir a possibilidade dos isolados de flores, folhas jovens e maturis pertencerem a agrupamentos taxonômicos diferentes dos isolados de folhas maduras.

A razão comprimento/largura nos permite inferir a respeito da forma do conídio. Quanto maior o valor dessa variável, mais afilado (elipsoide a cilíndrico) é a estrutura. E quanto menor este valor, mais arredondado (ovoide) é o conídio. Com base nessa informação, é possível afirmar que os conídios oriundos de folha velha são mais afilados, pois possuem o comprimento 2,3 a 3,0 vezes maior que a largura. Já os isolados de flor, folha nova e maturi são mais arredondados, pois possuem apenas 1,6 a 2,1 vezes o comprimento maior que a largura.

Esta variável reforça a hipótese de que podem existir diferentes grupos filogenéticos no cajueiro, a exemplo das várias espécies de oídio conhecidas infectando uma mesma espécie hospedeira de carvalho (TAKAMATSU et al., 2007).

Silva et al. (2001) verificaram que o formato dos conídios variou de elipsoide a ovoide, em isolados de *Pseudoidium* do eucalipto e da roseira, e de ovoide a cilíndrico, no isolado de dália. A variação entre os isolados em função da razão comprimento/largura também foi estudada por Aguiar (2005), que verificou que alguns isolados de *Sphaerotheca fuliginea* tinham menor razão comprimento/largura que outros (elipsoides), indicando variação de formato entre isolados. Entretanto, Silva et al. (2001), mesmo encontrando variação no comprimento de hifas entre isolados e dentro de isolados, atribuíram as diferenças ao estado nutricional das plantas hospedeiras, as quais foram cultivadas sem adubação suplementar no substrato. Segundo Yarwood (1957), o desenvolvimento de *Pseudoidium* sp. é favorecido quando as plantas são produzidas em condições de altos níveis de nitrogênio e pH elevado.

As informações obtidas neste trabalho não são suficientes para assegurar a existência de mais de uma espécie de *Pseudoidium* atacando o cajueiro. Para isso, faz-se necessária a análise molecular dos isolados que produzem conídios distintos em diferentes órgãos do cajueiro.

Germinação dos conídios

Houve diferença na germinação dos conídios de *Pseudoidium* sp. entre os diferentes meios de cultura e temperaturas estudadas (Tabela 2). As temperaturas de 20 °C e 23 °C proporcionaram as maiores médias percentuais de germinação em todos os meios, com 29,70% e 29,40%, respectivamente. Entre os meios de cultura, o Suco V8 apresentou o maior percentual médio de germinação nas três temperaturas com 47,18%. Houve interação significativa entre os fatores. Em cada meio de cultura, observou-se um melhor percentual de germinação em função da temperatura. No meio Suco V8, verificou-se o maior percentual de germinação à temperatura de 20 °C, com 57,50% de conídios germinados. Nos meios BCA e BDA, os maiores

percentuais de germinação foram obtidos à temperatura de 23 °C, com 36,62 e 37,97%, respectivamente para cada meio. Embora o meio de cultura Suco V8 tenha proporcionado os maiores percentuais de germinação, verificou-se que ele torna difícil a visualização dos conídios germinados durante a avaliação ao microscópio óptico.

Tabela 2. Médias percentuais de germinação de *P. anacardii* em diferentes meios de cultura sob diferentes temperaturas.

Meios de cultura	Temperatura (°C)			Média
	20	23	26	
BCA	24,18 Ba	36,62 Cb	19,54 Aa	26,78 B
BDA	24,51 Ba	37,97 Cb	16,44 Aa	26,30 B
Sach-Ágar	10,69 Aa	09,54 Aa	09,69 Aa	09,98 A
Suco V8	57,50 Cb	40,15 Ca	43,90 Ba	47,18 C
Ágar-água	31,61 Ba	22,72 Ba	18,87 Aa	24,40 B
Média	29,70 b	29,40 b	21,69 a	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A condição ambiental pode impedir que o patógeno, mesmo que esteja presente sobre o hospedeiro, se instale, se desenvolva e/ou se propague (HELDWEIN et al., 2007). O contrário também é verdadeiro, pois caso o patógeno já esteja sobre a folha, com temperatura do ambiente na faixa de 20 °C a 23 °C e umidade relativa alta, a germinação do patógeno será, teoricamente, máxima, e o risco de epidemia na área será alto. Esses dados vão de encontro às informações de Sitterly (1978), citado por Stadnik et al. (2001), que relatam que epidemias de oídios normalmente são favorecidas também por baixas umidades relativas, porém, em temperaturas moderadas de 22 °C a 31 °C com ótimo em 28 °C. Resultados semelhantes a este trabalho foram encontrados por Silva et al. (2003), estudando a germinação de *Sphaerotheca pannosa*, agente causal do oídio do eucalipto. Os autores observaram que as melhores temperaturas para a germinação dos conídios do fungo estavam entre 20 °C e 25 °C, concordando com os resultados deste trabalho. Santana

(2013) também encontrou resultados semelhantes ao presente estudo quando estudava a germinação de conídios de *Oidium* sp. e a severidade da doença em feijão [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] sob diferentes temperaturas, obtendo as maiores germinações entre 15 °C e 25 °C. Neste trabalho, foi verificado que a condição ideal para que ocorra germinação está entre 20 °C e 23 °C com alta umidade.

Sensibilidade de conídios a fungicidas

Houve diferença na reação de *P. anacardii* aos diferentes fungicidas testados (Figura 5). Ao analisar as médias totais de germinação, as moléculas fungicidas enxofre e triflumizole foram semelhantes na inibição da germinação de *P. anacardii*, sendo que o enxofre inibiu totalmente a germinação e, em triflumizole, apenas 0,31% dos conídios germinaram. Já as moléculas azoxistrobina, carbendazim e thiabendazole inibiram a germinação com percentuais médios maiores, respectivamente, 9,27%, 12,14% e 15,82%. O fungicida à base de oxicloreto de cobre não teve efeito na inibição da germinação de *P. anacardii*, mostrando-se semelhante à testemunha (BCA).

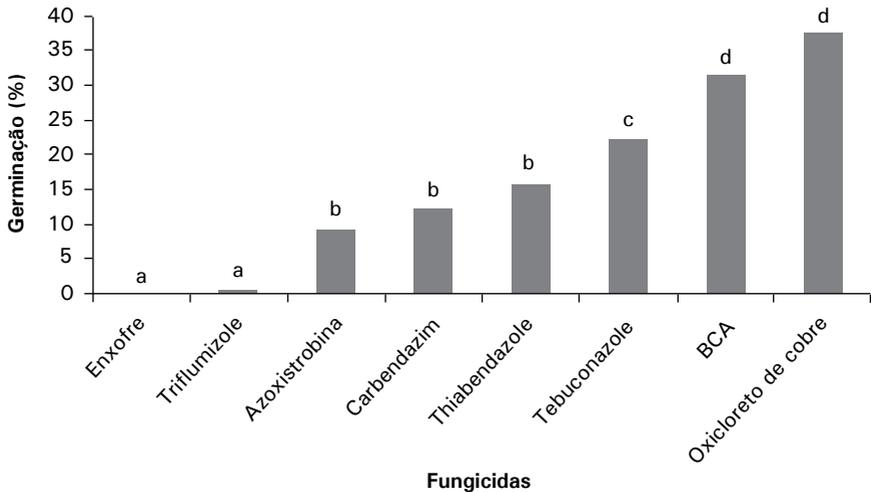


Figura 5. Percentual médio de germinação (in vitro) de conídios de *P. anacardii* em diferentes fungicidas. Fortaleza, 2014.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os fungicidas e concentração de ingrediente ativo na inibição da germinação dos conídios de *P. anacardii*. No entanto, não houve diferença entre as doses testadas para as moléculas fungicidas que possibilitaram a maior inibição da germinação dos conídios (triflumizole e enxofre) (Tabela 3). Houve diferença significativa entre as doses testadas do fungicida carbendazim, e a maior concentração (0,4% i.a.) inibiu totalmente a germinação dos conídios.

Tabela 3. Médias percentuais da germinação de conídios de *P. anacardii* em meio de cultura contendo fungicidas a diferentes concentrações de ingrediente ativo.

Fungicidas	Dose (% i.a.)				Média
	0,05	0,1	0,2	0,4	
Triflumizole	1,24 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,31 A
Azoxistrobina	12,88 Ba	12,70 Ba	6,56 Ba	4,92 Aa	9,27 B
Carbendazim	16,54 Bb	29,92 CDb	2,11 Aba	0,00 Aa	12,14 B
Oxicloreto de cobre	27,95 BCa	33,40 Dab	38,54 Eab	50,10 Db	37,50 D
Tebuconazole	36,72 Cc	10,28 Ba	22,05 DEbc	19,98 Cab	22,26 C
Thiabendazole	15,96 Ba	16,56 BCa	17,26 CDa	13,50 BCa	15,82 B
Enxofre	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 A
Média	15,9 b	14,7 ab	12,36 a	12,64 a	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Cardoso et al. (2012), testando fungicidas no controle preventivo do oídio do cajueiro, constatou a eficiência do enxofre em todos os testes realizados. As panículas tratadas com enxofre elementar apresentaram a menor severidade da doença, não ultrapassando os 10%. Ainda segundo os autores, o enxofre formulado (Kumulus®) e o triflumizol (Trifmine®) também reduziram a doença, não excedendo 25% de severidade. Esses resultados comprovam a eficiência do enxofre e do triflumizol no controle preventivo do oídio, pois atuam sobre a germinação do patógeno impedindo a infecção. De acordo com Kimati et al. (2005), fungicidas à base de enxofre são eficientes no controle da doença, porém deve-se tomar o cuidado de não aplicar o produto nas horas quentes do dia devido a problemas de fitotoxidez, o que deverá ser observado no caso do cajueiro.

Neste estudo, a molécula fungicida carbendazim não conseguiu inibir a germinação do fungo à concentração de 0,1% i.a., correspondendo aos resultados obtidos por Cardoso et al. (2012) em que o tratamento testemunha se assemelhou àquele com fungicida. Mas, na concentração de 0,4% i.a., este fungicida possui o mesmo efeito do enxofre, sendo, portanto, uma alternativa de controle para *P. anacardii* quando aplicado em concentrações mais elevadas, aparecendo como uma alternância de princípio ativo a ser aplicado, evitando possíveis problemas ambientais decorrentes do uso intensivo do enxofre no controle do fitopatógeno.

Conclusão

- Conídios de *Pseudoidium anacardii* obtidos de folhas maduras são morfológicamente diferentes dos conídios de tecidos e órgãos jovens.
- Temperaturas in vitro entre 20 °C e 23 °C são ótimas à germinação de conídios de *P. anacardii*.
- O meio constituído de Suco V8 proporciona excelente germinação de conídios de *P. anacardii*.
- As moléculas fungicidas enxofre e triflumizole inibem eficientemente a germinação de *P. anacardii*.

Referências

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 1988. 803 p.

AGUIAR, B. M. **Caracterização morfológica e molecular de *Oidium* spp. em cucurbitáceas**. 2005. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá.

AGUIAR, M. de J. N.; SOUSA NETO, N. C. de; BRAGA, C. C.; BRITO, J. I. B. de; SILVA, E. D.V.; SILVA, F. B. R.; BURGOS, N.; VAREJÃO SILVA, M. A. **Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Nordeste do Brasil e Norte de Minas Gerais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 18 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 27).

BEDENDO, I. P. Oídios. In: BERGAMIM FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, Cap. 47, p. 866-871.

BEDENDO, I. P. Oídios. In: BERGAMIM FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. v.1, Cap. 27, p. 473-477.

CARDOSO, J. E.; MARTINS, M. V. V.; LIMA, J. S.; VIANA, F. M. P.; SILVA, L. G. C. **Controle químico do oídio do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 4 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 196).

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do cajueiro no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Ed.). **Impacto das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. Cap. 9, p. 161-176.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

HELDWEIN, A. B.; CONTERATO, I. F.; TRENTIN, G.; NIED, A. H. Princípios para implementar alertas agrometeorológicos e fitossanitários. In: CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M. da; HELDWEIN, A. B. (Ed.). **Usos e benefícios da coleta automática de dados meteorológicos na agricultura**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007. Cap. 5, p. 115-134.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. vol. 2, p. 479.

MARTIN, P. J.; TOPPER, C. P.; BASHIRU, R. A.; BOMA, F.; De WAAL, D.; HARRIES, H. C.; KASUGA, L. J.; KATANILA, N.; KIKOKA, L. P.; LAMBOLL, R.; MADDISON, A. C.; MAJULE, A. E.; MASAWA, P. A.; MILLANZI, K. J.; NATHANIELS, N. O.; SHOMARI, S. H.; SIJAONA, M. E.; STATHERS, T. Cashew nut production in Tanzania: constraints and progress through integrated crop management. **Crop Protection**, v. 16, p. 5-14, 1997.

RÊGO, A. M.; CARRIJO, I. V. Doenças das curcubitáceas. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doença de plantas-hortaliças**, Viçosa: Suprema, 2000. v. 2, Cap.16, p. 535-598.

REIS, E. M. **Previsão de doenças de plantas**: Passo Fundo: UPF, 2004. 316 p.

SANTANA, C. V. da S. **Interação entre fatores do ambiente e *Oidium* sp. em feijão-caupi**. 2013. 69 f. Tese (Doutorado em Agricultura tropical) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia.

SILVA, M. D. D.; ALFENAS, A. C.; MAFFIA, L. A.; ZAUZA, E. A. V. Etiologia do oídio do eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 201-205, 2001.

SILVA, M. D. D.; ALFENAS, A. C.; MAFFIA, L. A.; ZAUZA, E. A. V. Germinação de conídios de *Sphaerotheca pannosa* obtidos de eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 6, p. 674-677, 2003.

SITTERLY, W. R. The powdery mildews of cucurbits. In: SPENCER, D. (Ed.). **The powdery mildews**. Londres: Academic Press, 1978. p. 359-379.

STADNIK, M. J. História e taxonomia de oídios. In: STADNIK, M. J.; RIVIERA, M. C. (Ed.). **Oídios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 484 p.

TAKAMATSU, S.; BRAUN U.; LIMKAISANG, S.; KOM-UN, S.; SATO, Y.; CUNNINGTON, J. H. Phylogeny and taxonomy of the oak powdery mildew *Erysiphe alphitoides* sensu lato. **Mycological Research**, v.111, p. 809-826, 2007.

YARWOOD, C. E. Powdery mildews. **The botanical review**, v. 23, p. 235-301, 1957.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

