

Fortaleza, CE / Maio, 2025



Bioensaio no estabelecimento e desenvolvimento da antracnose do cajueiro-anão

Milton Epitácio Carneiro Monte Galvino⁽¹⁾ e Marlon Vagner Valentim Martins⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. ⁽²⁾ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitossanidade, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

Resumo – A antracnose é considerada uma doença importante para o cajueiro-anão e o cajueiro-comum (*Anacardium occidentale* L.), e as estratégias de manejo baseadas em resistência genética e química demandam tempo, recursos e conhecimento técnico no seu desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um bioensaio baseado no uso de discos foliares como suporte nos estudos da interação entre *Colletotrichum* spp. e cajueiro-anão. O experimento foi realizado num delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (discos de micélio, suspensão de conídios, com e sem ferimentos) e três repetições. O experimento foi repetido uma vez, com variação no método de ferimento. Foram avaliados o período de incubação (PI), o período latente (PL), a severidade da doença no disco de folha e a quantificação dos conídios por disco de folha. Em ambos os experimentos, a inoculação de suspensão de conídios foi a mais eficaz no desenvolvimento precoce da doença nos discos de folhas, quando comparada à inoculação com disco de micélio. Maior esporulação do fungo também foi verificada por esta técnica de inoculação com suspensão de conídios. Independentemente de ferimento ou não, houve infecção de *Colletotrichum* spp. O bioensaio foi eficiente em expressar a antracnose em discos de folhas do cajueiro-anão. Por meio deste bioensaio, é possível entender com mais detalhes a interação do fungo com o hospedeiro e explorar a resistência genética de clones de cajueiro-anão.

Termos para indexação: *Colletotrichum* spp., *Anacardium occidentale* L., disco de folha.

Bioassay on the establishment and development of dwarf cashew anthracnose

Abstract – Anthracnose is considered an important disease for dwarf and common cashew trees (*Anacardium occidentale* L.) and management strategies based on genetic and chemical resistance require time, resources, and technical knowledge for their development. The objective of this study was to develop a bioassay based on the use of leaf discs as support in studies of the interaction between *Colletotrichum* spp. and dwarf cashew trees. The experiment was carried out in a completely randomized design, with four treatments (mycelium discs, conidial suspension, with and without wounds) and three replicates. The experiment was repeated once. The incubation period (IP),

Embrapa Agroindústria

Tropical

Rua Pernambuco, 2.270, Pici
60.511-110 Fortaleza, CE
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

José Roberto Vieira Junior

Secretária-executiva

Celli Rodrigues Muniz

Membros

Afrânio Arley Teles Montenegro,
Aline Saraiva Teixeira, Eveline de
Castro Menezes,

Francisco Nelsieudes Sombra
Oliveira, Helenira Ellery Marinho
Vasconcelos, Kirley Marques
Canuto, Laura Maria Bruno,
Marlon Vagner Valentim Martins,
Pablo Busatto Figueiredo,
Roselayne Ferro Furtado e
Sandra Maria Morais Rodrigues

Edição executiva

Celli Rodrigues Muniz

Revisão de texto

José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica

Rita de Cassia Costa Cid
(CRB-3/624)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

José Cesamildo Cruz Magalhães

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

latent period (LP), disease severity on the leaf disc, and quantification of conidia per leaf disc were evaluated. In both experiments, inoculation with conidial suspension was more effective in the early development of the disease on leaf discs when compared to inoculation with mycelium disc. Greater sporulation of the fungus was also verified by this inoculation technique with conidia. Regardless of injury or not, there was infection by *Colletotrichum* spp. The bioassay was efficient in expressing anthracnose in dwarf cashew leaf discs. This bioassay allows us to understand in more detail the interaction between the fungus and the host and explore the genetic resistance of dwarf cashew clones.

Index terms: *Colletotrichum* spp., *Anacardium occidentale* L., leaf discs.

Introdução

A antracnose do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é importante em algumas regiões do Nordeste brasileiro, cujo clima úmido e chuvoso, com temperaturas médias em torno de 28 °C, favorece a infecção do fungo nas brotações novas da planta. Essa doença é causada por fungos do complexo *Colletotrichum gloeosporioides*, contando com aproximadamente sete espécies que causam doença em cajueiro (Veloso et al., 2018). Os sintomas provocados pela doença se manifestam nas brotações novas das plantas, como botões florais, flores, folhas jovens, maturis jovens e até em castanha e pedúnculo do caju (Martins et al., 2020). Estudos de campo mostraram que as epidemias da doença estão estritamente relacionadas às condições úmidas e regimes de chuva (Lima et al., 2019), e a severidade da antracnose nas folhas novas da planta indicam a dimensão do ataque do fungo, por causar escurecimento, necroses foliares e queda acentuada das folhas. Nas castanhas e nos pedúnculos, os sintomas caracterizam-se pela necrose da casca da castanha, escurecimento e rachadura do pedúnculo do caju maduro (Martins et al., 2020). Algumas plantas com copa densa e sombreada, como as observadas em cajueiro-comum, são severamente atacadas pela antracnose, que causa queda acentuada de folhas e queda prematura de maturis jovens, e estas plantas tornam-se fontes de inóculo para novas infecções das espécies de *Colletotrichum* em cajueiro-anão.

O manejo da doença é realizado principalmente pelo uso de clones de cajueiro-anão resistentes (Brasil, 2019; Cardoso et al., 1999; Lima et al., 2019), mas também pela eficiência de diferentes fungicidas no controle da doença (Freire et al., 2002)

e nas etapas de infecção do fungo sobre o cajueiro (Veloso et al., 2021) visando reduzir os sintomas e as fontes de inóculo do patógeno. Estudos em condições de campo revelaram que alguns clones de cajueiro-anão apresentaram resistência à doença, tais como 'CCP 76', 'CCP 06' e 'BRS 226', ao passo que outros, como 'BRS 265' e 'CCP 09', mostraram-se suscetíveis à antracnose (Cardoso et al., 1999; Lima et al., 2019). No entanto, a obtenção de dados de experimentos de campo com foco na resistência genética à antracnose e ao controle com agentes químicos ou biológicos demanda tempo, recursos e técnicos treinados quanto ao conhecimento e à quantificação da doença. Muitas vezes, as condições climáticas também podem não ser favoráveis ao desenvolvimento da doença, o que compromete a obtenção de dados confiáveis sobre as respostas dos tratamentos aplicados em condições de campo. Para o caso de condições controladas (casa de vegetação), além dos problemas listados acima, as falhas de inoculação do fungo e, conseqüentemente, a baixa reprodutibilidade dos sintomas observados no campo são também entraves para a obtenção dos resultados almejados.

Dessa forma, o desenvolvimento de novas metodologias que permitam testes controlados pode se constituir como opção para os estudos de resistência genética e manejo químico ou biológico da antracnose do cajueiro-anão. Metodologias de discos de folhas já foram empregadas com diferentes propósitos. Discos de folhas têm sido utilizados em metodologias experimentais para as ferrugens em culturas como o cafeeiro e a videira (Gomes, 2015; Gonzales et al., 2019). Silva (2023), demonstrou os processos infecciosos de *Colletotrichum* spp. em diferentes genótipos de cajueiro-anão usando discos de folhas. No entanto, ainda não foi descrita nenhuma metodologia reprodutível, rápida, prática e eficiente com a utilização de discos de folhas de cajueiro-anão no desenvolvimento da doença para ser utilizada em programas de melhoramento genético e no manejo da antracnose como um todo.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um bioensaio baseado no uso de discos foliares como suporte nos estudos da interação entre *Colletotrichum* spp. e cajueiro-anão.

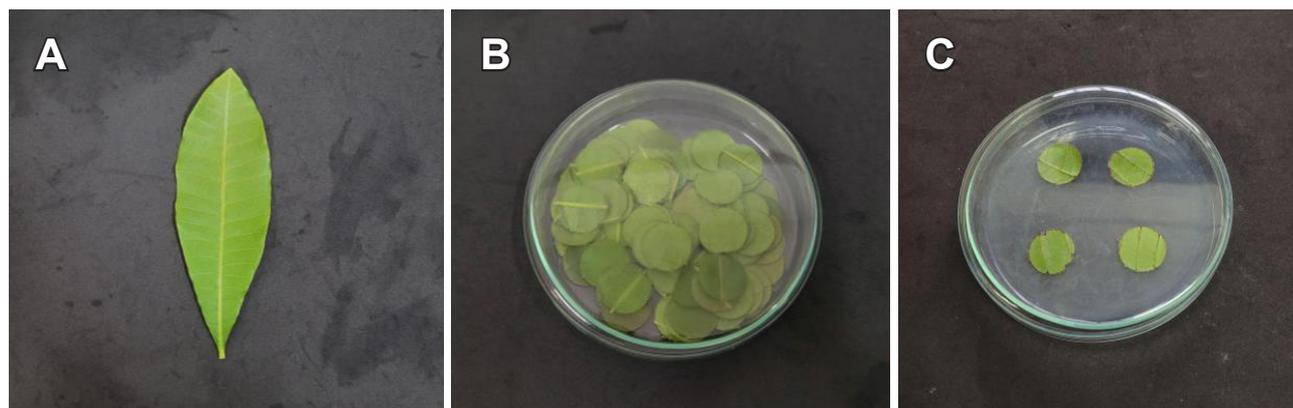
Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical utilizando um isolado fúngico pertencente a ao laboratório supracitado, sob o código "LF.200", identificado como *Colletotrichum* spp. Foi utilizado

um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos de inoculação nos discos de folha (suspensão de conídios, disco de micélio, com e sem fermento) e doze repetições (em três placas de Petri contendo ágar-ágar e quatro discos de folhas). O experimento foi repetido uma vez, mas variando o método de fermento.

Folhas tenras e medianas de mudas do clone de cajueiro 'BRS 265' com aproximadamente 30 dias de idade (Figura 1A) foram utilizadas para

produzir os discos de folhas de 18 mm de diâmetro (Figura 1B). Toda a execução do bioensaio foi feita em câmara de fluxo laminar, onde foi realizada a desinfestação superficial dos discos de folhas em álcool 70% por 30 segundos; hipoclorito de sódio 1,5% por 3 minutos; e tríplice lavagem com água destilada autoclavada. Quatro discos de folhas por placas de Petri contendo meio de cultura ágar-ágar (20 g.L⁻¹) foram posicionados com a face abaxial voltada para cima (Figura 1C).



Fotos: Marlon Vagner Valentim Martins

Figura 1. Folha tenras e medianas de cajueiro-anão do clone 'BRS-265' (A); discos de folha (B); placa de Petri com disposição dos discos de folha (C).

Os inóculos de *Colletotrichum* spp. foram obtidos a partir de disco de 3 mm de diâmetro de micélio do fungo, crescido em meio de cultura batata + cenoura + ágar (BCA) (Dhingra; Sinclair, 1985) e da suspensão de conídios na concentração de $2,5 \times 10^6$ conídios.mL⁻¹. Os discos de folhas com ferimentos (experimento 1, com cortes; e experimento 2, com furo de agulha) e sem ferimentos foram inoculados com um disco de micélio do fungo e com 20 µL de suspensão de conídios. No caso das testemunhas, foi colocado sobre os discos de folhas um disco de meio de cultura (BCA) sem o crescimento fúngico e 20 µL de água destilada autoclavada. As placas contendo os tratamentos foram acondicionadas em estufa do tipo BOD, ajustada para a temperatura de 28 °C com fotoperíodo de 12 horas (regime claro/escuro).

Foram avaliados: o período de incubação (PI – período de tempo entre a inoculação e o surgimento dos sintomas); o período latente (PL – período de tempo entre a inoculação e a esporulação) em dias; a severidade da doença (porcentagem de tecido doente) nos discos de folhas; e a quantificação da produção dos conídios. A análise de severidade da doença nos discos de folhas foi feita pelo software R utilizando o Rstudio® com o pacote "Pliman", considerando-se as imagens capturadas com microscópio

estereoscópico (lupa) no 7º dia após a inoculação no primeiro experimento (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D) e no segundo experimento (Figuras 2E, 2F, 2G e 2H). Também nesse tempo, foi quantificado o número de conídios a partir de uma suspensão obtida dos tratamentos (4 discos de folhas/repetição) pela agitação dos discos de folha em 10 mL de uma solução de Tween-20 em 1 minuto no Vórtex®. A suspensão obtida foi levada à câmara de Neubauer® para contagem. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o uso do programa Rstudio® (R Core Team, 2021).

Resultados e discussão

No primeiro experimento, em função da ausência de sintomas, as testemunhas não foram consideradas nas análises estatísticas do período de incubação (PI) e do período latente (PL). Foi possível observar diferenças significativas entre os tratamentos referentes ao método de inoculação. De acordo com os resultados analisados, os menores PI em tempo (dias de incubação) foram para os tratamentos com fermento, independentemente se inoculados com disco de micélio ou suspensão de conídios. Os tratamentos disco de micélio com

ferimento (DCF) e suspensão com (SCF) e sem ferimentos (SSF) foram significativamente iguais, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior período de incubação ficou a cargo do disco de micélio sem ferimento (DSF), que apresentou um período de incubação médio de quatro dias para o surgimento dos primeiros sintomas da doença. Por outro lado, os outros tratamentos analisados tiveram um PI médio de 24 horas (Figura 3A). Estes resultados corroboram Silva

(2023), cujo estudo relatou que, 24 horas após a inoculação de *Colletotrichum* spp. em cajueiro-anão, os discos de folhas já apresentavam os sintomas iniciais da antracnose. O período de incubação de espécies de *Colletotrichum* pode ser variável em função do hospedeiro e da condição do órgão a ser infectado. Shang et al. (2020) e Wang et al. (2015) relataram que o período de incubação de *C. fruticola* em folhas da macieira sem ferimento é em média 48 horas.

Fotos: Marlon Vagner Valentim Martins

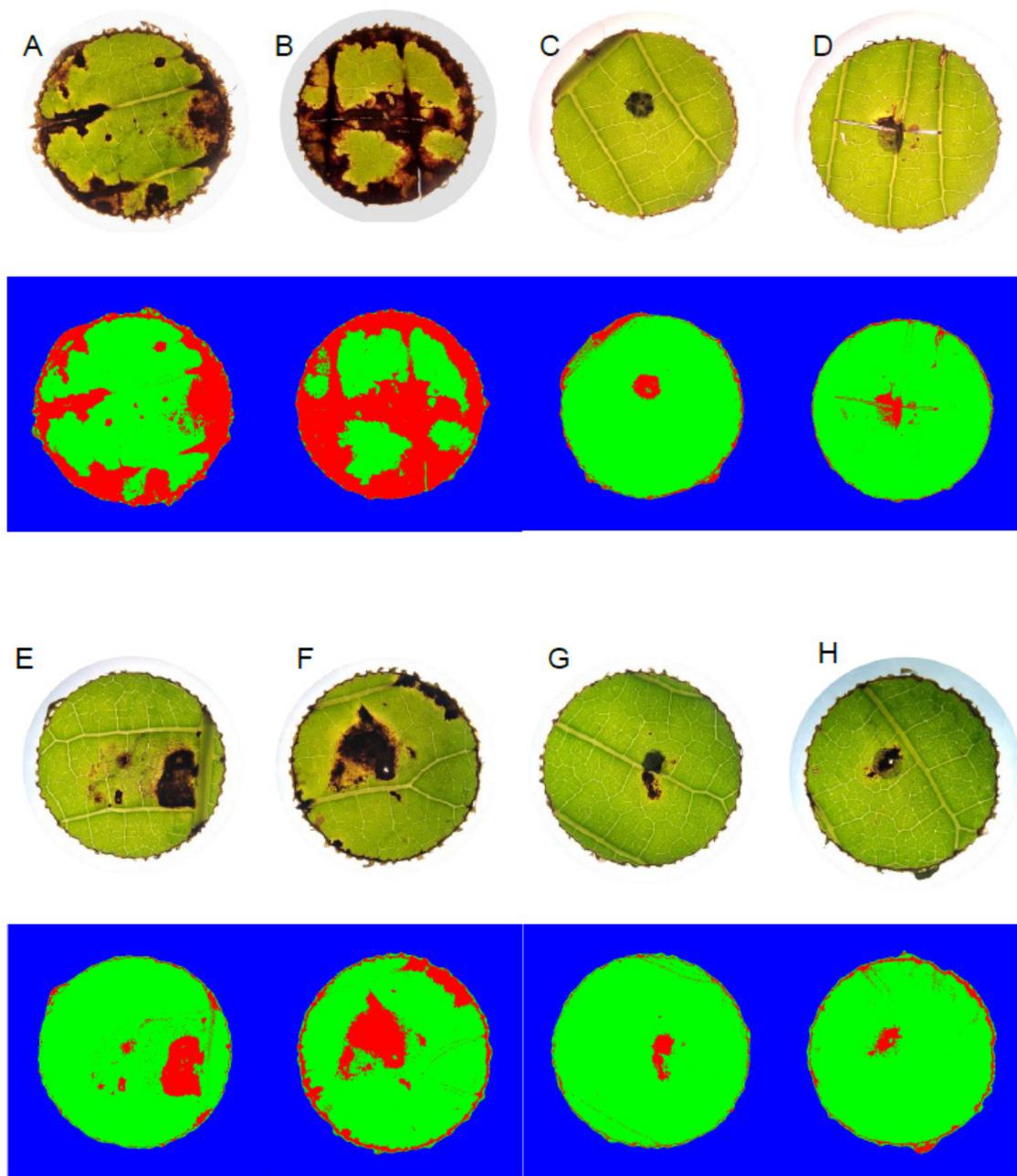


Figura 2. Imagens capturadas dos discos de folha ao 7º dia após inoculação e mapa de severidade correspondente do primeiro e segundo experimentos, respectivamente. Suspensão de conídios sem ferimento (A e E); suspensão de conídios com ferimento (B e F); disco de micélio sem ferimento (C e G); disco de micélio com ferimento (D e H).

Para o caso do PL, que é da inoculação até a esporulação do fungo, foi observado que houve diferença significativa entre os tratamentos, e novamente o disco de micélio sem ferimento (DSF) foi diferente dos demais, apresentando o maior PL com uma média de sete dias para a esporulação do fungo.

Os outros tratamentos foram estatisticamente iguais entre si e diferentes do DSF a 5% de probabilidade do teste de Tukey. Estes três tratamentos (DCF, SCF e SSF) foram os mais favoráveis à esporulação de *Colletotrichum* spp. nos discos de folhas, com uma média de três dias para a formação dos conídios (Figura 3B).

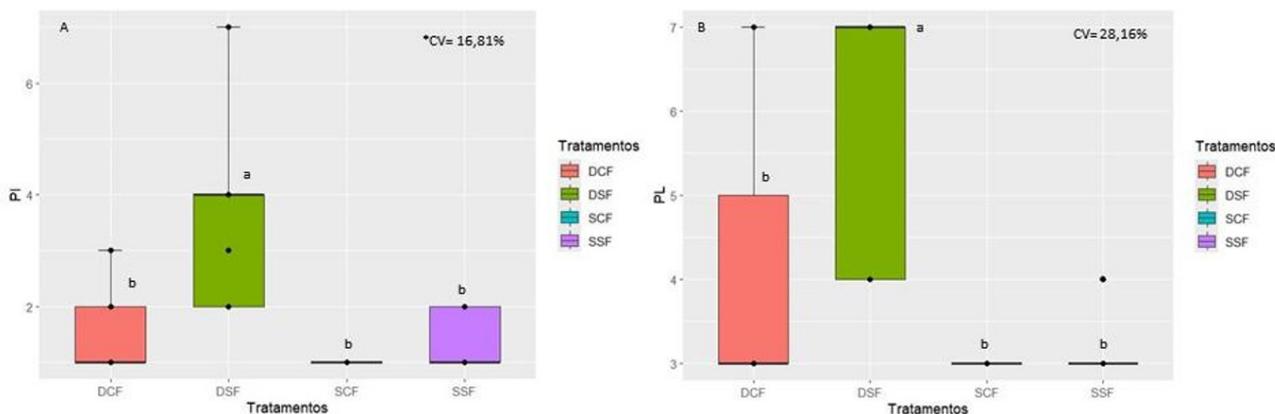


Figura 3. Gráfico boxplot do efeito de métodos de inoculação em discos de folhas de cajueiro-anão no período de incubação – PI (A) e no período latente – PL (B) de *Colletotrichum* spp. Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *Dados transformados ($\sqrt{x+0,5}$). DCF: discos de micélio com ferimento; DSF: discos de micélio sem ferimento; SCF: suspensão de conídios com ferimento; SSF: suspensão de conídios sem ferimento.

Considerando-se a severidade da doença nos discos de folhas (Figuras 2A a 2D), constatou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, e a maior severidade média da doença ultrapassou os 50% da área do disco de folhas quando a inoculação com a suspensão de conídios foi precedida por ferimento (SCF). Mesmo na ausência de ferimentos nos discos de folhas (SSF), a severidade média foi maior do que 30% da área total do disco de folhas.

Os outros dois tratamentos (DCF e DSF), que diferiram significativamente dos demais, apresentaram as menores severidades da doença após sete dias de avaliação. Não foram constatados sintomas nas testemunhas quando nos discos de folhas foram colocados meio de cultura e água esterilizada (Figura 4).

No segundo experimento, semelhante ao primeiro, em função da ausência de sintomas, as testemunhas não foram consideradas nas análises dos períodos de incubação (PI) e período latente (PL). Nesse experimento, os resultados reproduziram aqueles ocorridos no primeiro experimento. Foram avaliados o PI, o PL, a severidade da doença e o

número médio de conídios produzidos. Foi constatado que houve diferença significativa, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, entre os tratamentos discos de micélio com ferimentos (DCF) e sem ferimentos (DSF), e suspensão com ferimentos (SCF) e sem ferimentos (SSF) para o PI. Nesse caso, os tratamentos com o menor período de incubação foram aqueles em que se utilizou uma suspensão de conídios, independentemente do ferimento ou não. Os maiores PIs foram para as inoculações com disco de micélio de *Colletotrichum* spp. (Figura 5A).

Os resultados do período latente do fungo deste experimento demonstraram que houve diferença significativa entre os tratamentos empregados, e novamente o maior PL médio foi alcançado para os tratamentos que foram inoculados com discos de micélio do *Colletotrichum* spp. Períodos latentes mais precoces, no caso dos tratamentos com suspensão de conídios, apresentaram o PL médio abaixo de quatro dias, independentemente se os discos de folhas foram feridos ou não (Figura 5B).

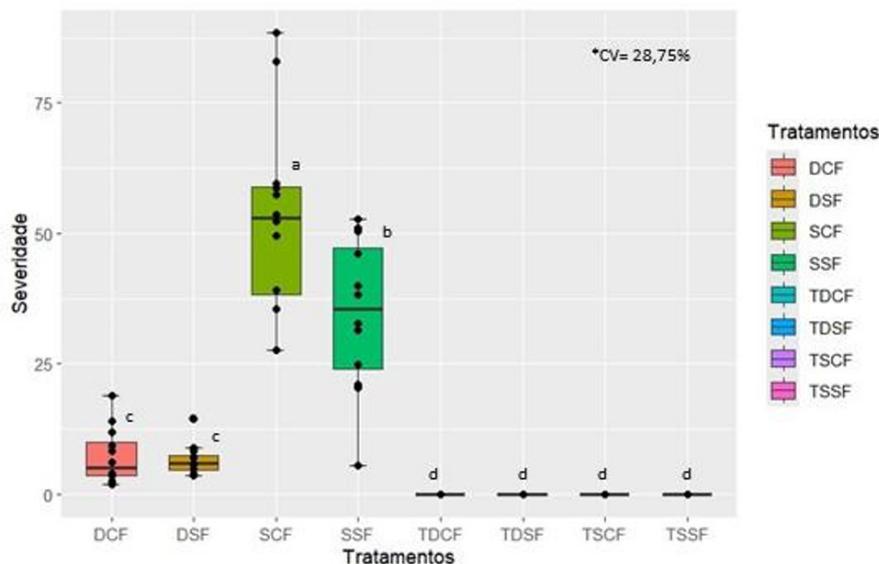


Figura 4. Gráfico boxplot do efeito de métodos de inoculação em discos de folhas de cajueiro-anão na severidade da antracnose causada por *Colletotrichum* spp. Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *Dados transformados ($\sqrt{x+0,5}$). Discos de micélio com e sem ferimento (DCF e DSF); suspensão de conídios com e sem ferimento (SCF e SSF, respectivamente); testemunha discos de BCA com e sem ferimento (TDCF e TDSF); testemunha suspensão (água autoclavada) com e sem ferimento (TSCF e TSSF, respectivamente).

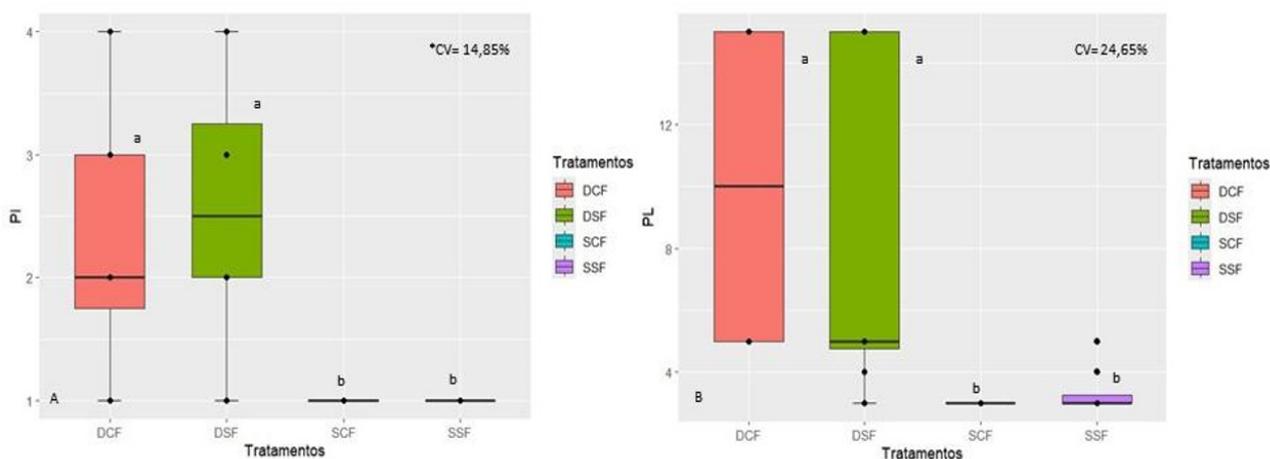


Figura 5. Gráfico boxplot do efeito de métodos de inoculação em discos de folhas de cajueiro-anão no período de incubação – PI (A) e período latente – PL (B) de *Colletotrichum* spp. obtidos no segundo experimento. Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *Dados transformados ($\sqrt{x+0,5}$). Discos de micélio com e sem ferimento (DCF e DSF); suspensão de conídios com e sem ferimento (SCF e SSF, respectivamente).

Considerando-se os sintomas da doença nos discos de folhas (Figuras 2E a 2H), foi verificado que houve diferença significativa entre os tratamentos para a severidade da doença, e novamente os discos de folhas inoculados com suspensão de conídios foram os que apresentaram a maior porcentagem da área do disco foliar lesionada. Os discos que receberam a suspensão com e sem ferimentos foram

estatisticamente iguais (Tukey a 5%). Porém, para os discos inoculados com micélio do fungo crescido em meio BCA, houve uma menor área dos discos de folha apresentando lesões da doença (Figura 6A). Ao quantificar a produção de conídios nos discos de folhas, foi constatada diferença significativa entre os tratamentos. Porém, foi verificado que os discos de folhas inoculados com suspensão de conídios foram

os que produziram a maior quantidade de conídios, independentemente da ocorrência ou não de ferimentos. Os discos de folha inoculados com micélio apresentaram as menores esporulações e foram

diferentes estatisticamente dos inoculados com suspensão de conídios. As testemunhas sem o fungo não apresentaram sintomas da doença e sinais do patógeno (Figura 6B).

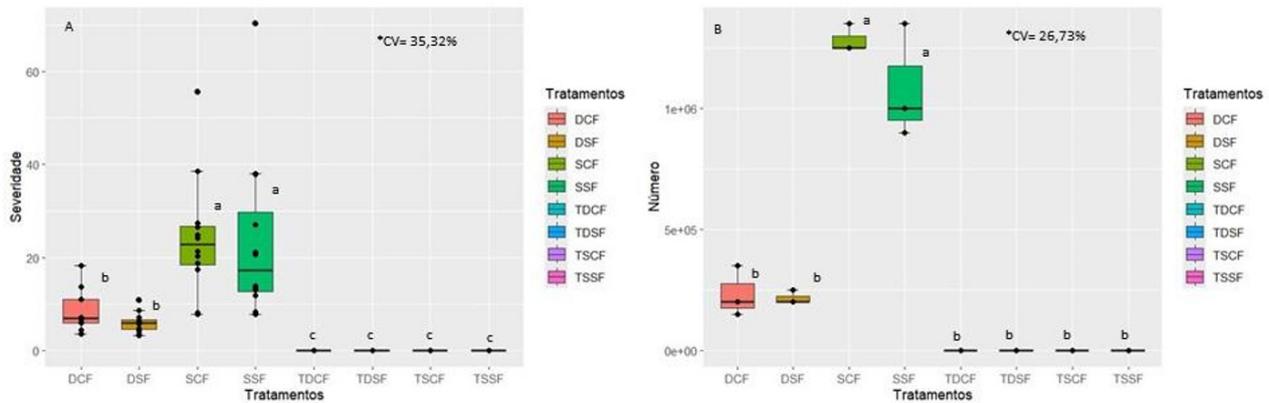


Figura 6. Gráfico boxplot do efeito de métodos de inoculação em discos de folhas de cajueiro-anão na severidade (A) da antracnose e na esporulação (B) de *Colletotrichum* spp. obtidos no segundo experimento. Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *Dados transformados ($\sqrt{x+0,5}$). Discos de micélio com e sem ferimento (DCF e DSF); suspensão de conídios com e sem ferimento (SCF e SSF, respectivamente); testemunha discos de BCA com e sem ferimento (TDCF e TDSF); testemunha suspensão (água autoclavada) com e sem ferimento (TSCF e TSSF, respectivamente).

Métodos de inoculação de fungos fitopatogênicos em discos de folhas têm permitido explorar estudos de resistência genética (Gomes, 2015; Gonzales et al., 2019; Diaz et al., 2023), ciclos de infecção (Silva, 2023), uso de agentes de biocontrole (Postmaster et al., 1997) e ação de elementos climáticos (Holanda, 2024) em culturas como café, videira, cajueiro e bananeira. O uso de folhas destacadas também tem sido utilizado em experimentos controlados nos estudos fitopatogênicos (Gomes et al., 2001; López e Pereira, 2004). A inoculação em folhas destacadas de pinha com *Colletotrichum* spp., por exemplo, apresentou resultado satisfatório no desenvolvimento da antracnose nessa cultura (dados não publicados – Marlon Martins informação pessoal). Rosário (2022), também caracterizou a patogenicidade de *Neopestalotiopsis formicarum* em gravioleira utilizando folhas destacadas.

Silva (2023) utilizou discos de folhas de três clones de cajueiro-anão com diferentes níveis de resistência à antracnose para estudos dos processos infecciosos de *Colletotrichum* spp. Nesse estudo foi constatado que, a partir da inoculação com suspensão de conídios, houve a formação de estruturas reprodutivas, de absorção de nutrientes, de fixação, de germinação e de infecções primárias e secundárias. Foi constatado também, que o fungo se utilizou de aberturas naturais, como os estômatos, para

penetrar e colonizar os tecidos internos do hospedeiro. Os resultados ora apresentados indicam que o fungo foi mais eficiente em penetrar nos tecidos do cajueiro-anão por meio de aberturas provocadas por ferimento. Porém, a infecção direta, sem ferimentos, também induziu ao surgimento de sintomas da doença nos discos de folhas. Além disso, o inóculo do fungo utilizado via suspensão de conídios também proporcionou um rápido desenvolvimento da doença, verificado pelo menor tempo de incubação e menor período latente de *Colletotrichum* spp.

Fungos considerados parasitas obrigatórios, como é o caso das ferrugens, geralmente se utilizam de aberturas naturais, como os estômatos, para penetrar no hospedeiro. Gomes (2015; 2019), Gonzales (2019) e Holanda (2024) reproduziram em discos de folhas sem ferimentos a infecção de *Phakopsora euvitis*, *Hemileia vastatrix* e *Erysiphe quercicola* na videira, no cafeeiro e no cajueiro, respectivamente. No caso aqui avaliado, a maior demora no aparecimento dos sintomas da antracnose a partir da inoculação micelial de *Colletotrichum* spp. em discos de folhas sem ferimentos, em comparação com os tratamentos com ferimentos pode ter relação com a necessidade inicial do fungo de superar as barreiras naturais, como cutículas e epiderme, por meio da liberação de enzimas responsáveis por sua infecção. Conforme relatado por Armesto et al.

(2019) e Pinel-Alvarez et al. (2022), as enzimas são importantes fatores de patogenicidade, a exemplo da infecção de *C. gloeosporioides* em cafeeiro e *C. lindemuthianum* em feijoeiro, respectivamente.

Por meio do uso de discos de folhas do cajueiro-anão, é possível investigar melhor a interação do fungo com o hospedeiro, a resistência genética e o manejo químico ou biológico desse patossistema, por considerar uma menor variação de fatores externos no surgimento da doença. Em condições de campo, por exemplo, a severidade da antracnose pode variar em função de elementos climáticos que dificultam a interpretação dos resultados quanto à resistência genética.

No caso do efeito de controle químico ou biológico em plantas adultas de cajueiro-anão, os resultados esperados podem não ser alcançados em função da ausência de epidemias, o que comumente pode acontecer nas áreas de cultivo do cajueiro-anão. Já em condições controladas, como verificadas em casa de vegetação, um dos grandes problemas em se avaliar a resistência genética ou qualquer outro manejo da doença, como citado anteriormente, são as falhas de inoculação que muitas vezes levam à ausência de sintomas. Inoculações de *Colletotrichum* spp. em mudas de cajueiro-anão já foram realizadas na tentativa de se estabelecer a infecção em folhas da planta. No entanto, foi observado que ocorreu a penetração do tubo germinativo, mas nenhum sucesso foi obtido pelo limitado crescimento de lesões necróticas pontuais no mesófilo foliar (Marlon Martins – informações pessoais).

Portanto, é esperado que, por meio do uso de discos de folhas do cajueiro-anão, se possa analisar a interação de *Colletotrichum* spp. ou de outros patógenos da parte aérea da planta, como é o caso de espécies de bactérias fitopatogênicas e outros fungos, como *Erysiphe quercicola* (oídio do cajueiro) ou *Pilgeriella anacardii* (mofo-preto).

Conclusões

- Discos de folhas de cajueiro-anão são viáveis para serem usados em bioensaios para avaliar a interação de *Colletotrichum* spp. e cajueiro-anão.
- A suspensão de inóculo é mais eficaz no desenvolvimento da doença.
- Não há necessidade de ferimento para a infecção do fungo no disco de folha.

Referências

ARMESTO, C.; MAIA, F. G. M.; MONTEIRO, F. P.; ABREU, M. S. Exoenzymes as a pathogenicity factor for

Colletotrichum gloeosporioides associated with coffee plants. **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 368-373, 2019.

BRASIL, S. O. S. **Reação de clones e progênies de cajueiro à antracnose, mofo-preto e oídio**. 2019. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

CARDOSO, J. E.; CAVALCANTI, J. J. V.; CAVALCANTE, M. de J. B.; ARAGÃO, M. do L.; FELIPE, E. M. Genetic resistance of dwarf cashew (*Anacardium occidentale* L.) to anthracnose, black mold, and angular leaf spot. **Crop Protection**, v. 18, p. 23-27, 1999.

DIAZ, A. M.; MARSSARO, A. L.; MAGALHÃES, D. M. A.; LUZ, E. D. M.; CORRÊA, R. X. Há variabilidade para resistência à Murcha de Ceratocystis em variedades locais de cacau na Bahia. **Summa Phytopathologica**, v. 49, p. 1-7. 2023.

DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. **Basic plant pathology methods**. Boca Raton: CRC Press, 1985.

FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; VIANA, F. M. Diseases of cashew nut plants (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. **Crop Protection**, v. 21, p. 489-494, 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00138-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00138-7).

GOMES, B. R. **Efetivação de bioensaio para avaliação da resistência à ferrugem da videira**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos, 2015.

GOMES, B. R. **Estabelecimento de metodologia baseada em discos foliares na avaliação da resistência de genótipos de videira à ferrugem (*Phakopsora euvtis*)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina – Lages, 2019.

GONZALES, R. V.; ZAMBOLIM, L.; ALMEIDA, D. P.; CAIXETA, E. T.; ROSADO, R. D. S.; VERDIM FILHO, A. C. Fenotipagem e resistência de clones de café conilon à ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória, ES. **Anais...** Brasília, DF, Embrapa Café, 2019.

HOLANDA, A. F. P. **Influência de elementos climáticos no desenvolvimento do oídio do cajueiro**. 2024. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

LIMA, J. S.; MARTINS, M. V. V.; SERRANO, L. A. L.; VIDAL NETO, F. C.; VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E. **Reação de clones de cajueiro-anão à antracnose e ao mofo-preto**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019, 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical.

Comunicado Técnico, 247). Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197663/1/COT19001.pdf. Acesso em: 26 ago. 2024.

LÓPEZ, A. M. Q.; PEREIRA, D. dos S. T. Interação entre *Colletotrichum gloeosporioides* e ecótipos de pinha. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 105-114, 2010.

MARTINS, M. V. V.; SERRANO, L. A. L.; ARAÚJO, F. S. A.; FREIRE, F. C. O. **Saiba diferenciar os sintomas do oídio e da antracnose em cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020. (Embrapa Agroindústria Tropical. 1 Fôlder). Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215501/1/FCC-002-oidio-antracnose.pdf. Acesso em: 26 ago. 2024.

PINEL-ALVAREZ, M. F.; MACHACA-CALSIN, C. P.; PEÑA-MEDINA, A. B.; FARIAS, C. R. J. Efeito das moléculas Phenyl se Citronellal e o Phenyl S citral na neutralização de enzimas ligadas à patogenicidade de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, p. 68316-68335, 2022.

POSTMASTER, A.; KUO, J.; SIVASITHAMPARAM, K.; TURNER, D. W. Interaction between *Colletotrichum musae* and antagonistic microorganisms on the surface of banana leaf discs. **Scientia Horticulturae**, v. 71, n. 1-2, p. 113-125, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(97\)00080-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(97)00080-0).

ROSÁRIO, R. G. A. **Neopestalotiopsis formicarum em gravioleira**: caracterização morfológica e patogenicidade. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia. 2022. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2022.

R Core Team. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021. URL: <https://www.R-project.org/>.

SHANG, S.; LIANG, X.; LIU, G.; ZHANG, S.; LU, Z.; ZHANG, R.; GLEASON, M.; SUN, G. Histological and ultrastructural characterization of the leaf infection events of *Colletotrichum fructicola* on *Malus domestica* 'Gala'. **Plant Pathology**, v. 69, p. 538-548, 2020.

SILVA, J. A. **Aplicação da microscopia eletrônica de varredura na caracterização do processo infeccioso de *Colletotrichum* spp. em folhas de cajueiro**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

VELOSO, J. S.; CAMARA, M. P. S.; LIMA, W. G.; MICHEREFF, S. J.; DOYLE, V. P. Why species delimitation matters for fungal ecology: *Colletotrichum* diversity on wild and cultivated cashew in Brazil. **Fungal Biology**, v. 122, p. 677-691, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.03.005>.

VELOSO, J. S.; LIMA, W. G.; REIS, A.; DOYLE, V. P.; MICHEREFF, S. J.; CAMARA, M. P. S. Factors influencing biological traits and aggressiveness of *Colletotrichum* species associated with cashew anthracnose in Brazil. **Plant Pathology**, v. 70, p. 167-180, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.13276>.

WANG, B.; LI, B. H.; DONG, X. L.; WANG, C. X.; ZHANG, Z. F. Effects of temperature, wetness duration, and moisture on the conidial germination, infection, and disease incubation period of *Glomerella cingulata*. **Plant Disease**, v. 99, p. 249-256, 2015.



*Ministério da
Agricultura e Pecuária*