

Fortaleza, CE / Janeiro, 2025



Flutuação do inóculo nas epidemias de oídio do cajueiro-anão

Marlon Vagner Valentim Martins⁽¹⁾ e Joilson Silva Lima⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. ⁽²⁾ Engenheiro-agrônomo, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/Campus Sobral, CE.

Resumo – Epidemias de oídio são frequentes na maioria das regiões produtoras de caju (*Anacardium occidentale* L.), e a presença de hospedeiro suscetível, o clima e o inóculo do fungo favorecem o desenvolvimento da doença e a diminuição da produção da planta. O objetivo deste trabalho foi verificar a flutuação do inóculo de *Erysiphe quercicola* e sua relação com o progresso da doença no campo. Para isso, os conídios do fungo foram capturados em armadilha de esporos, quantificados em microscópio de luz e correlacionados com a severidade da doença ocorrida em duas regiões de diferentes altitudes do estado do Ceará. Na região de baixa altitude, situada em Pacajus, foi utilizado o clone de cajueiro-anão ‘BRS 189’ durante os anos de 2022 e 2023; já no distrito de Carmolândia, situado no município de Alcântaras, com altitude acima de 600 m, foram quantificadas a flutuação do inóculo e a severidade da doença no clone ‘CCP 76’. Em ambas as regiões, foi possível verificar que o aumento da doença no tempo foi diretamente proporcional ao aumento do inóculo capturado dentro dos pomares de caju supracitados. Correlações positivas foram obtidas em todas as regiões e épocas estudadas. Dessa forma, as armadilhas de captura de conídios mostram-se eficientes e podem ser uma ferramenta de monitoramento das epidemias da doença durante as safras do cajueiro-anão.

Termos para indexação: *Erysiphe quercicola*, *Pseudoidium anacardii*, *Anacardium occidentale* L.

Inoculum fluctuation in powdery mildew epidemics in dwarf cashew trees

Abstract – Powdery mildew epidemics are frequent in most cashew (*Anacardium occidentale* L.) producing regions and the presence of a susceptible host, climate and fungus inoculum favor the development of the disease and a decrease in the plant’s production. The objective of this work was to verify the fluctuation of the *Erysiphe quercicola* inoculum and its relationship with the progress of the disease in the field. For this, the conidia of the fungus were captured in a spore trap, quantified in specific light and correlated with the severity of the disease that occurred in two regions of different altitudes in the state of Ceará. In the low-altitude region, located in Pacajus, the dwarf cashew clone ‘BRS 189’ was used during the years 2022 and 2023; In the other region, in the district of Carmolândia, located in the municipality

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.

of Alcântaras, with an altitude above 600 m, the fluctuation of the inoculum and the severity of the disease in the 'CCP 76' clone were quantified. In both regions, it was possible to verify that the increase in the disease over time was directly proportional to the increase in inoculum captured within the aforementioned cashew orchards. Positive correlations were obtained in all regions and research periods. Therefore, conidia capture traps are efficient and can be a tool for monitoring disease epidemics during dwarf cashew harvests.

Index terms: *Erysiphe quercicola*, *Pseudoidium anacardii*, *Anacardium occidentale* L.

Introdução

O oídio causado pelo fungo *Erysiphe quercicola* (syn = *Pseudoidium anacardii*) é considerado a principal doença do cajueiro-anão (*Anacardium occidentale* L.) e está distribuída em todas as regiões produtoras da fruta no Nordeste do Brasil (Cardoso et al., 2017). Todos os anos, após o período chuvoso (entre junho e agosto), quando o cajueiro começa o seu ciclo reprodutivo, iniciam-se severas epidemias nas principais regiões produtoras de caju.

Tem-se observado em regiões de alta altitude (> 500 m), com clima noturno frio (temperatura média de 18 °C) e sujeita a ventos fortes, que a doença se manifesta com mais intensidade em função da maior agressividade do fungo, inclusive com manifestações mais severas da doença nas folhas jovens de alguns clones de cajueiro-anão. Para as regiões de baixa altitude, no litoral, por exemplo, também ocorrem epidemias, mas estas apresentam intensidades variáveis, quando comparadas às regiões de alta altitude. Nessas condições de baixa altitude, tem sido observada baixa severidade do oídio em folhas novas do cajueiro-anão, e as inflorescências, neste caso, são os principais órgãos de infecção do fungo. De fato, existe uma estreita relação da doença com os elementos climáticos que têm sido verificados em laboratório e no campo, sendo a temperatura um dos fatores principais que norteiam as epidemias (Martins et al., 2018, 2020, 2024).

O cajueiro-anão emite diferentes floradas ao longo do segundo semestre, e as epidemias também são influenciadas por essas floradas. De acordo com estudos realizados (Martins et al., 2018), o início da primeira florada tem significativa influência nessa primeira epidemia, que é responsável por grande produção de inóculo do fungo e fonte de conídios infectivos para o restante do ciclo reprodutivo do cajueiro-anão. Nessa primeira florada, o manejo

não pode ser negligenciado a ponto da epidemia prejudicar a produção das plantas, manter a multiplicação de inóculo do fungo e permitir a ocorrência de ciclos secundários de infecção para as demais floradas, emitidas no decorrer da safra de caju. Quando o clima também favorece a infecção do fungo, a rápida disseminação dos conídios do fungo pelo vento também se reflete no aumento acentuado da doença nos órgãos suscetíveis da planta.

No início da floração do cajueiro-anão, independentemente da região de cultivo, a doença começa a se manifestar, progride até atingir o nível máximo (por vezes, no fim de setembro) e declina à medida que o ciclo de produção do cajueiro-anão transcorre, entre os meses de outubro e dezembro da safra do caju (Martins et al., 2017). De acordo com as observações realizadas no campo, as curvas de progresso da doença têm esse comportamento, indicando que as epidemias perdem força à medida que as temperaturas tendem a ser mais elevadas e com menor amplitude térmica, quando comparadas àquelas que ocorrem entre julho a setembro (Martins et al., 2018). Por outro lado, a fenologia do cajueiro-anão também influencia o ritmo das epidemias, uma vez que há uma estreita relação entre a doença e novos lançamentos reprodutivos (hospedeiro susceptível). Porém, em cajueiro-anão mais tardio, as epidemias tendem a diminuir, mesmo ocorrendo emissões de novas panículas (Martins et al., 2017).

Invariavelmente, a doença declina à medida que os elementos climáticos desfavorecem os ciclos secundários de infecção do fungo, diminuindo significativamente a produção de conídios de *E. quercicola*. No caso do hospedeiro, as brotações novas da planta são os órgãos iniciais de infecção, para abundante produção de conídios do fungo (Cardoso et al., 2014) e, também, para a manutenção das fontes de doença dentro do ciclo reprodutivo do cajueiro-anão (Maddison et al., 1998). Tecidos maduros, como os de folhas velhas e maturis acima de cinco centímetros de comprimento, por exemplo, já não são mais responsáveis pela esporulação do fungo e habilitados para a infecção. À medida que ocorre o envelhecimento dos tecidos, a esporulação do fungo fica limitada, e o declínio das epidemias da doença é também reflexo dessa baixa esporulação. Então, é possível que a diminuição das epidemias do oídio do cajueiro seja regida pela fenologia da planta (tecidos maduros), por temperaturas mais elevadas (de outubro a dezembro) e pela baixa esporulação do fungo.

Os elementos climáticos, como temperatura e umidade relativa, também têm influenciado o comportamento do fungo, afetando a germinação dos

conídios e a formação de apressórios (Martins et al., 2020; Holanda, 2024). No entanto, no campo, para desencadear as epidemias do oídio, é necessário que existam os seguintes fatores: clones de cajueiro-anão suscetíveis, como 'BRS 189' e 'Embrapa 51' (Pinto et al., 2018); clima favorável, com umidade relativa de 0 a 100% (Shomari; Kennedy, 1998); temperatura média de 23 °C (Martins et al., 2020); e a presença de *E. quercicola*, que pode ser medida pela severidade da doença nos tecidos suscetíveis e pela flutuação do inóculo do fungo no pomar.

Para compreender o progresso da doença, é preciso quantificar os sintomas do oídio com base na severidade ou na incidência e, também, na flutuação do inóculo do fungo com ferramentas que permitam capturar e contabilizar os conídios do patógeno dentro do pomar. Uma vez que não existem informações sobre a quantificação do inóculo do fungo e sua relação no progresso da doença, este trabalho teve por objetivo analisar a flutuação do inóculo do fungo e sua relação com a epidemia da doença.

Material e métodos

Foi desenvolvida uma armadilha tipo cata-vento (Reis, 1988), adaptada e utilizada para o patossistema *E. quercicola* x cajueiro-anão na captura de conídios nos pomares de cajueiro-anão, para a quantificação do fungo durante o ciclo reprodutivo das plantas.

A armadilha foi confeccionada com tubo branco de PVC de 75 mm de diâmetro por 50 cm de comprimento, com leme (adaptado de placa de identificação de experimentos) preso a um suporte de madeira com rodízio giratório. Internamente ao início do tubo de PVC, foi disposta uma lâmina de microscopia adicionada de uma fita dupla face transparente.

As armadilhas foram colocadas a uma altura de 1,5 m nos pomares de cajueiro-anão (Figuras 1A, 1B, 1C e 2A) e, semanalmente, as lâminas foram recolhidas e levadas aos Laboratórios de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical/Fortaleza, CE; e de Fitossanidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Sobral, CE, para a quantificação dos conídios em microscopia de luz (Figuras 3B e 3C) numa área de 1 cm² da lâmina.

As coletas foram realizadas durante os períodos de condução dos experimentos, em 2021-2023 e 2022-2023, respectivamente, em Alcântaras, com o clone 'CCP 76' (alta altitude, acima de 600 m, 3°35'20"S, 40°32'45"O); e em Pacajus, com o clone 'BRS 189' (baixa altitude, abaixo de 60 m, 4°10'22"S, 38°27' 39"O), no estado do Ceará. Os dados da doença e do inóculo quantificado foram analisados pela Correlação de Pearson (r), utilizando-se o software R (R Core Team, 2021).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos mostraram a eficiência das armadilhas utilizadas na captura dos conídios de *E. quercicola*. Apesar de haver outra espécie de fungo causador do oídio do cajueiro-anão (*Erysiphe necator*, espécie que está presente apenas em folhas velhas do cajueiro-anão ou cajueiro-comum), não foi constatada a presença dessa espécie durante a quantificação dos conídios capturados na armadilha, em função da ausência ou baixa incidência de folhas velhas doentes na área experimental. Em microscópio de luz, foi possível observar apenas os conídios de *E. quercicola* (Figuras 2B e 2C), que diferem morfológicamente de *E. necator* (Honorato et al., 2016).



Fotos: Marlon Vagner Valentim Martins

Figura 1. Armadilha para captura de conídios de *Erysiphe quercicola* disposta no pomar de cajueiro-anão 'BRS 189' em Pacajus, CE. Vista da armadilha dentro do pomar (A); visão aproximada da armadilha com leme (B); visão frontal (interior) da armadilha com a lâmina para a captura dos conídios do fungo (C).

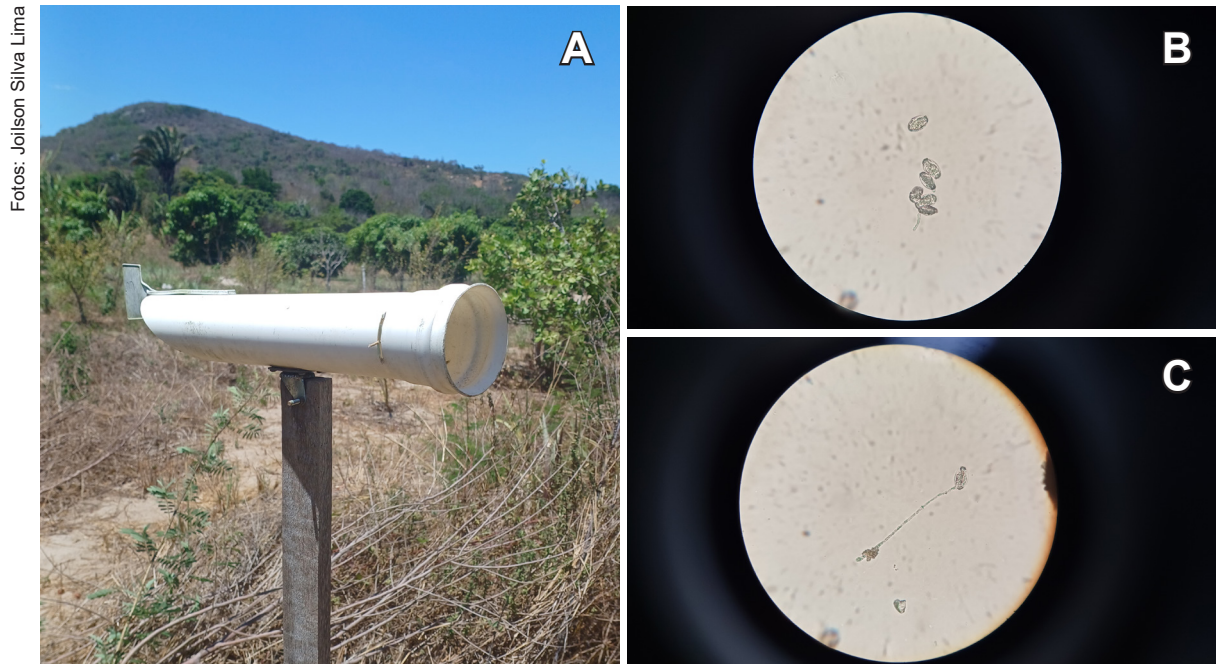


Figura 2. Armadilha para captura de conídios de *Erysiphe quercicola* disposta no pomar de cajueiro-anão 'CCP 76' na alta altitude, em Alcântaras, CE. Visão da armadilha dentro do pomar (A); conídios capturados pela armadilha (B); conídio capturado e viável com tubo germinativo e emissão de apressório (C).

No experimento realizado em condições de baixa altitude, foi possível verificar que a quantidade de conídios obtida diariamente e semanalmente aumentou significativamente durante algumas semanas de monitoramento, após o início da floração (meses de julho a outubro). A partir do ponto máximo da curva de captura, a quantidade de conídios começa a diminuir durante os meses de outubro e novembro, que coincide também com a diminuição relativa da safra do cajueiro-anão e da curva de progresso da doença, com consequente redução de tecido hospedeiro susceptível (Martins et al., 2018). As curvas de captura de conídios (diária e semanal)

e do progresso da doença assumiram formas semelhantes desde o início até o fim da safra do caju (Figura 3).

Estudos em condições controladas mostraram que os conídios do fungo recuperados de variadas fontes de inóculo apresentaram maior viabilidade quando extraídos de tecidos mais jovens, como as folhas novas e as flores (Holanda, 2024). Ainda de acordo com esta autora, uma abundante esporulação do fungo foi detectada em discos de folhas de cajueiro-anão inoculadas com suspensão de conídios.

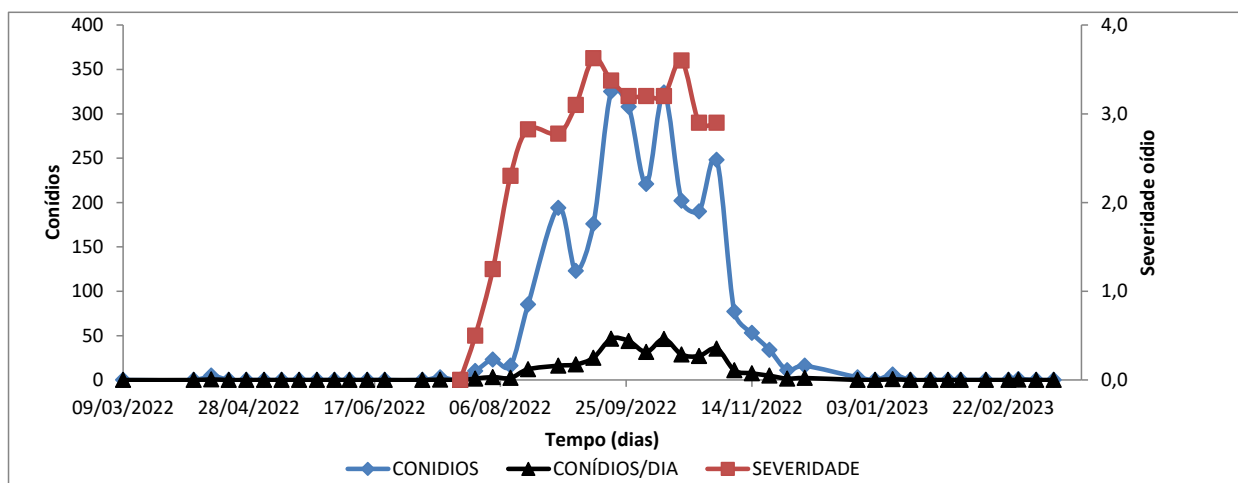


Figura 3. Curva de progresso da doença (linha laranja); curva de conídios capturados na armadilha durante um período de 12 meses (linha azul); e quantidade de conídios capturados diariamente (linha preta) durante esse mesmo período (2022/2023) em um pomar cultivado em baixa altitude com o clone 'BRS 189'. Pacajus, CE.

Nota-se que o inóculo do fungo produzido em brotações novas da planta é responsável por gerar as epidemias, e a quantidade produzida nesses tecidos indica a grande disponibilidade de conídios novos e viáveis para as infecções secundárias de *E. quercicola*. Conídios de fungos causadores de oídio são facilmente disseminados por correntes de ventos e podem alcançar grandes distâncias (Willoquet et al., 1998). Quanto maior a produção de conídios, maiores as chances de se disseminar e causar infecção em um hospedeiro.

Em nossos experimentos, foram verificados que aumentos nas curvas de progresso da doença são correspondentes à maior flutuação do inóculo do oídio. Por outro lado, a ausência de doença ou até mesmo o início da epidemia é acompanhada também de ausência de inóculo ou baixo número de conídios. Isso foi constatado quando se correlacionou os dados coletados das armadilhas com a severidade da doença.

Foi constatada correlação positiva e significativa entre a severidade da doença e a quantidade de conídios capturados pela armadilha no pomar de cultivo do clone 'BRS 189', indicando que, com o aumento na quantidade de inóculo no campo, há a

probabilidade de 89% do aumento da doença em função dos conídios disseminados dentro da área de cultivo (Figura 4A).

Na região de alta altitude, durante os três anos de observação da doença e da captura dos conídios com a armadilha disposta dentro do pomar de cajueiro-anão 'CCP 76', foi possível observar que as epidemias do oídio atingiram seu ponto máximo e começou a declinar nas semanas finais da safra. As curvas de progresso da doença e da captura diária e semanal dos conídios de *E. quercicola* apresentaram comportamentos semelhantes durante as semanas das avaliações nos anos de 2021, 2022 e 2023 (Figuras 5, 6 e 7).

O aumento da severidade da doença no tempo de observação e o aumento da quantidade de conídios capturados pela armadilha foram positivamente correlacionados em todas as três epidemias observadas nesses três anos de experimentos (Figuras 4B, 4C e 4D). Em todas as épocas, foi possível constatar que o aumento da doença no pomar do cajueiro-anão 'CCP 76', que é considerado suscetível intermediário (Pinto et al., 2018), tem uma estreita relação com a quantidade de inóculo disponível para a infecção das panículas da planta.

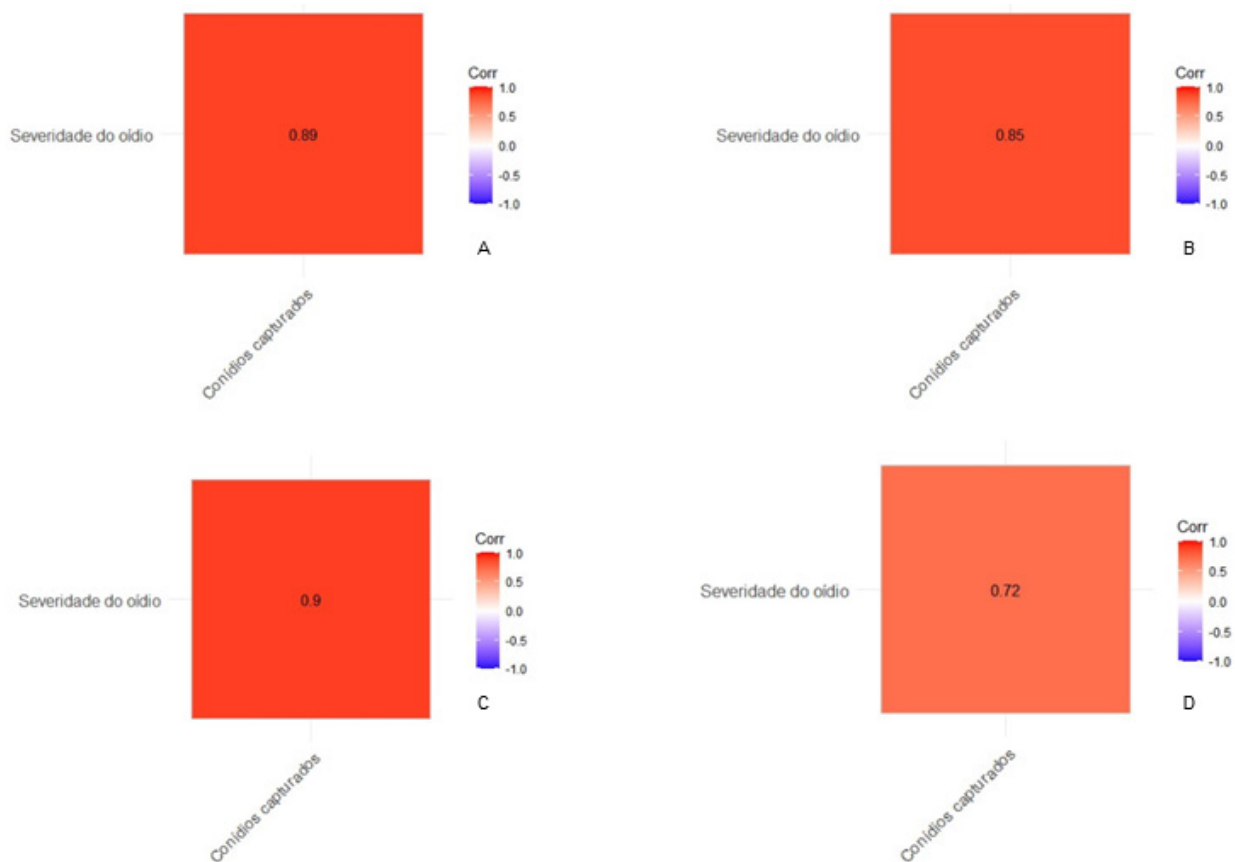


Figura 4. Correlação de Pearson (r) da severidade do oídio com número de conídios produzidos durante os períodos de captura em armadilha, no período de 2022 a 2023 (A) em Pacajus, CE; períodos de 2021 (B), 2022 (C) e 2023 (D) em Alcântaras, CE. $P \leq 0,05$.

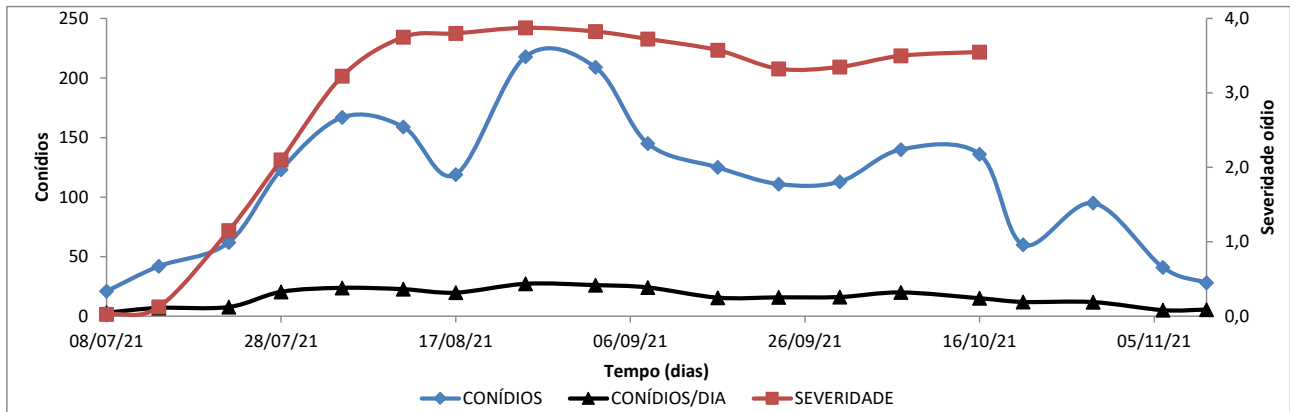


Figura 5. Curva de progresso da doença (linha laranja); curva de conídios capturados na armadilha durante um período de quatro meses (linha azul); e quantidade de conídios capturados diariamente (linha preta) durante esse mesmo período (2021) em um pomar cultivado com o clone 'CCP 76'. Alcântaras, CE.

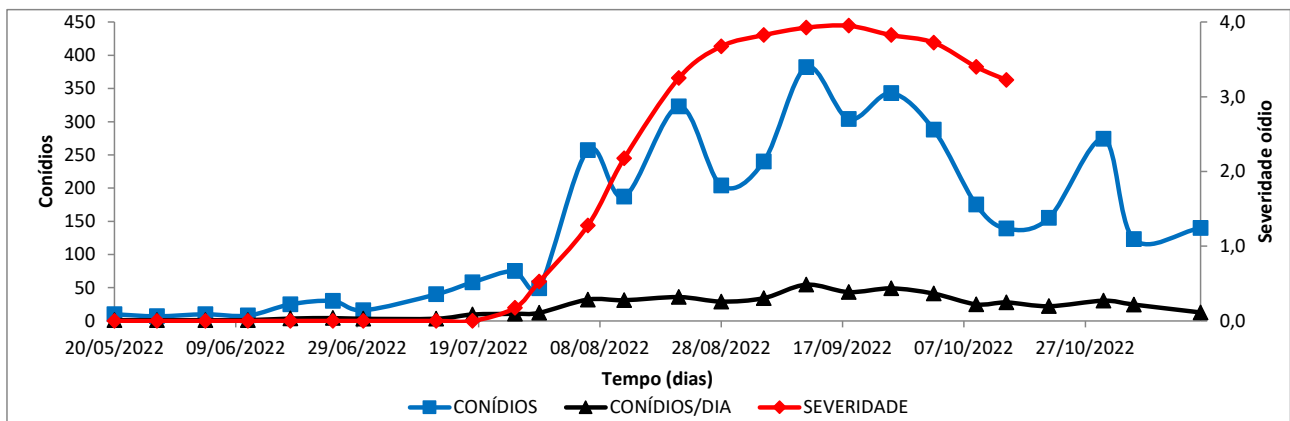


Figura 6. Curva de progresso da doença (linha laranja); curva de conídios capturados na armadilha durante um período de cinco meses (linha azul); e quantidade de conídios capturados diariamente (linha preta) durante esse mesmo período (2022) em um pomar cultivado com o clone 'CCP 76'. Alcântaras, CE.

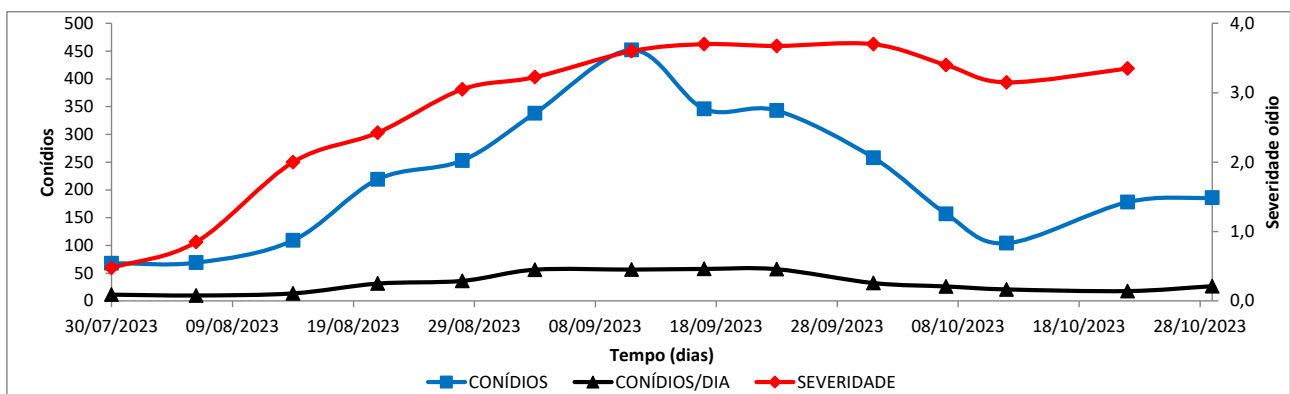


Figura 7. Curva de progresso da doença (linha laranja); curva de conídios capturados na armadilha durante um período de cinco meses (linha azul); e quantidade de conídios capturados diariamente (linha preta) durante esse mesmo período (2023) em um pomar cultivado com o clone 'CCP 76'. Alcântaras, CE.

E. quercicola é um fungo biotrófico, parasita obrigatório, que produz abundante esporulação sobre os tecidos novos do cajueiro-anão. O período latente do fungo, em condições de laboratório e no campo, pode variar de três a cinco dias, produzindo rapidamente ciclos secundários de infecção (Holanda, 2024). Em até 15 dias após o início da primeira florada, todas as panículas da planta podem ficar comprometidas, revelando uma acentuada epidemia da doença, em função da disponibilidade de inóculo viável produzidos nas panículas e nas folhas e maturis jovens da planta.

As armadilhas de captura de conídios mostram-se como uma ferramenta eficiente e pode ser utilizada para monitorar as epidemias da doença durante a safra do cajueiro-anão. Além disso, também pode ser usada como uma ferramenta para integrar algum sistema de aviso da chegada da doença nas diferentes regiões de cultivo da fruta. Por fim, é possível medir a eficiência de manejo do oídio, que invariavelmente é controlado com o uso de fungicidas, observando-se a flutuação do inóculo de *E. quercicola* coletado pelas armadilhas distribuídas dentro da área de cultivo de cajueiro-anão.

Conclusão

O nível mais elevado de doença é diretamente proporcional à maior quantidade de conídios do fungo dispersos dentro da área de cultivo.

Referências

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; OOTANI, M. A.; MARTINS, M. V. V.; ARAUJO, F. S. A. First report of *Erysiphe quercicola* causing powdery mildew on cashew in Brazil. **Plant Disease**, v. 101, p. 1327, 2017.

CARDOSO, J. E.; MARTINS, M. V. V.; FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P.; LIMA, J. S.; SILVA, L. G. C.; MELO, J. G. M. An epidemic outbreak of cashew powdery mildew in Brazil. In: APS-CPS JOINT MEETING, 2014, Minneapolis, Minnesota. **Anais**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 178.

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.

HONORATO, T. B.; LIMA, J. S.; CARDOSO, J. E. **Caracterização morfofisiológica e sensibilidade de *Pseudoidium anacardii* a fungicidas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016. 25 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 119).

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147648/1/BPD16011.pdf>. Acesso em: 26 set. 2024.

MADDISON, A.; BOMA, F.; TOPPER, C.; SHOMARI, S. Sanitation in the management of cashew powdery mildew disease in Tanzania. In: INTERNATIONAL CASHEW & COCONUT CONFERENCE DAR ES SALAAM, 1997, Dar es Salaam. **Proceedings...** Reading: BioHybrids International, 1998. p. 236-240.

MARTINS, M. V. V.; LIMA, J. S.; FONSECA, W. L.; SERRANO, L. A. L.; SILVEIRA, S. F. Epidemics of dwarf cashew powdery mildew as affected by flowering periods, clones and chemical control. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 54, e78585, 2024.

MARTINS, M. V. V.; VIANA, I. E. T.; FONSECA, W. L.; ARAÚJO, F. S. A.; SERRANO, L. A. L.; LIMA, W. N.; CONRADO, A. J. S.; OLIVEIRA, V. N.; GALVINO, M. E. C. M. **Temperatura e umidade relativa nos processos de infecção do agente causal do oídio do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020. 21 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 203). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1123533/1/BP-203.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MARTINS, M. V. V.; LIMA, J. S.; CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; OOTANI, M. A. Progresso do oídio em função da fenologia do cajueiro. **Summa Phytopathologica**, v. 44, p. 178-184, 2018.

MARTINS, M. V. V.; LIMA, J. S.; VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E.; ARAÚJO, F. S. A.; OOTANI, M. A. Influência das épocas de floração e dos períodos de proteção fenológica à infecção do oídio no clone de cajueiro-anão BRS 189. **Revista Ceres**, v. 64, p. 574-581, 2017.

PINTO, O. R. O.; CARDOSO, J. E.; MAIA, A. H. N.; PINTO, C. M.; LIMA, J. S.; VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V. Reaction of commercial clones of cashew to powdery mildew in northeastern Brazil. **Crop Protection**, v. 112, p. 282-287, 2018.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021.

REIS, E. M. Quantificação de propágulos de *Gibberella zeae* no ar através de armadilhas de esporos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 13, p. 324-327, 1988.

SHOMARI, S. H.; KENNEDY, R. Field and laboratory investigations on the development of *Oidium anacardii* in relation to environmental factors. In: INTERNATIONAL CASHEW & COCONUT CONFERENCE DAR ES SALAAM, T. **Proceedings of the International Cashew and Coconut Conference: trees for life - the key to**

development. Dar es Salaam, 1997. Reading, UK:
BioHybrids International, 1998. p. 260-265.

WILLOCQUET, L.; BERUD, F.; RAOUX, L.; CLERJEAU,
M. Effects of wind, relative humidity, leaf movement and
colony age on dispersal of conidia of *Uncinula necator*,
causal agent of grape powdery mildew. **Plant Pathology**,
v. 47, p. 234-242, 1998.