

Influência das épocas de floração e dos períodos de proteção fenológica à infecção do oídio no clone de cajueiro-anão BRS 189¹

Marlon Vagner Valentim Martins^{2*}, Joilson Silva Lima³, Francisco Marto Pinto Viana², José Emilson Cardoso², Francisca Samara de Assunção Araújo², Márcio Akio Ootani³

10.1590/0034-737X201764060003

RESUMO

A ocorrência do oídio (*Pseudoidium anacardii*) está correlacionada com a brotação nova do cajueiro e à infecção que se processa em botões, flores e maturis jovens. Tecidos maduros tornam-se naturalmente resistentes ao fungo e, para o controle da doença, é necessária a proteção preventiva com fungicida à base de enxofre. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar as épocas de floração e os períodos de proteção fenológica do cajueiro-anão BRS 189 à infecção de *P. anacardii*. O experimento foi realizado em blocos casualizados, com quatro repetições e em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas foram duas épocas de floração e, as subparcelas, os seis períodos de proteção fenológica. Foram avaliados os graus de severidade do oídio na panícula, no pedúnculo e na castanha e a produção de caju, durante as duas épocas do fluxo de florações. Verificou-se que as épocas e os períodos de proteção fenológica influenciaram no grau de severidade da doença e na produção de caju. Para as variáveis de doença, observaram-se menores graus de severidade do oídio para os maiores períodos de proteção fenológica na panícula, no pedúnculo e na castanha. Não houve diferença significativa entre as épocas, quando se avaliaram os períodos de proteção fenológica, em relação ao peso total e pedúnculo, ao passo que, em ambas as épocas, o período de proteção (T6) foi diferente dos demais. Porém, não houve diferença entre épocas e período de proteção fenológica em relação ao peso das castanhas. Os resultados indicam que as épocas do fluxo de florações e os períodos de proteção fenológica interferem na severidade da doença e na produção de caju do clone BRS 189.

Palavras-chaves: *Anacardium occidentale*; doença; *Pseudoidium anacardii*; fenologia.

ABSTRACT

Influence of flowering times and phenological protection periods against powdery mildew infection on dwarf cashew BRS 189

The occurrence of powdery mildew, *Pseudoidium anacardii*, is conditioned by new sprouting of the cashew tree and the infection that occurs in buds, flowers, and young maturis (green cashew nuts). Mature tissues naturally become resistant to fungus and, for the control of the disease, preventive protection with a sulfur-based fungicide is necessary. The objective was to verify the flowering time and phenological protection periods in the dwarf cashew BRS 189 against *P. anacardii* infection. The experimental design was randomized blocks in split-plot scheme with four replications. The main plots were flowering time (time I and II) and split plots were six phenological protection periods. The severity of powdery mildew in the panicle, peduncle, and cashew nuts and cashew production was evaluated. It was verified that the flowering times and the phenological protection periods influenced the severity of the disease and cashew production. For disease variables, lower severities of powdery mildew were observed for the greater phenological protection periods in panicle, peduncle, and chestnuts. There was no significant difference between the

Submetido em 31/03/2017 e aprovado em 06/11/2017.

¹ Este trabalho foi financiado com recursos do Macro Programa da Embrapa.

² Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), Fortaleza, Ceará, Brasil. marlon.valentim@embrapa.br; marto.viana@embrapa.br; jose-emilson.cardoso@embrapa.br; samara.oliveira@embrapa.br

³ Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. joilsonagro@gmail.com; ootani667@mail.uft.edu.br

*Autor para correspondência: marlon.valentim@embrapa.br

flowering times when the phenological protection periods were analyzed for total weight and peduncle. In both flowering times the protection period (T6) was different from the others. However, there was no difference between flowering times and phenological protection periods in relation to the weight of the nuts. The results indicate that flowering times and phenological protection periods interfere with the severity of the disease and cashew production (peduncle) of the BRS 189.

Key words: *Anacardium occidentale*; plant disease; *Pseudoidium anacardii*; phenology.

INTRODUÇÃO

O oídio do cajueiro, causado por *P. anacardii* (Braun & Cook, 2012), é considerado, atualmente, o maior problema fitossanitário da cajucultura brasileira (Cardoso *et al.*, 2014). Anteriormente, era considerado doença secundária, parasitando apenas folhas maduras do cajueiro, mas o surgimento de uma forma mais agressiva do fungo, infectando brotações novas da planta, foi determinante para interferir negativamente na produção de pedúnculos e castanhas (Cardoso *et al.*, 2017). Em algumas regiões da África, como a Tanzânia, o oídio tem sido considerado o principal problema para a cajucultura, por causar danos expressivos à produção de castanhas (Waller *et al.*, 1992). Epidemiologicamente, a doença necessita de estádios fenológicos mais jovens da planta para se desenvolver (Martins *et al.*, 2016). Nessas condições, a doença evolui a partir do início das brotações novas, preferencialmente no estádio de botão floral, quando se observam lesões primárias provocadas pela infecção do fungo. A infecção se inicia diretamente no pedúnculo e nas sépalas do botão floral. Com a evolução da doença, o tecido da flor (sépala e pedúnculo) fica escurecido e grande quantidade de conídios é produzida sobre sua superfície. A castanha, porém, que inicialmente está protegida pelas sépalas da flor, não é infectada. A infecção da castanha provavelmente se processa à medida que esta fica desprotegida das sépalas e os sintomas relacionados com a doença acompanham o seu desenvolvimento.

O principal dano que a doença causa é verificado no pedúnculo. São observadas deformações que acompanham o seu crescimento, como rachaduras, manchas e estrias ao longo da sua superfície. Além disso, a diminuição do peso e do tamanho do pedúnculo, também é consequência da doença. Observam-se lesões espoliativas, de coloração marrom, na superfície das castanhas, que podem impedir o crescimento normal desses órgãos. O dano ao pedúnculo é fácil de ser observado, mas o dano às castanhas é menos perceptível (Lima, 2017).

As fases fenológicas do cajueiro, como botão, flor e maturi (caju jovem) se apresentam propícias à infecção do oídio e são determinantes, quanto à tomada de decisão

para o manejo da doença. Admite-se que o oídio é mais agressivo quando da sua incidência em botão floral e flor (Shomari & Kennedy, 1999). De acordo com Intini & Sijaona (1983) e Sijaona & Mansfield (2001), essas duas fases fenológicas também são as mais críticas para o controle do oídio. Em maturi recém-formado, isso também é verdadeiro, por se tratar de um tecido novo. A recomendação de controle tem sido sugerida apenas preventivamente, com o uso de enxofre, em formulação comercial, nas fases mais susceptíveis, que são a dos botões e a das flores (Cardoso *et al.*, 2012). Porém, a proteção com fungicida, que é limitada principalmente às fases de botão e de flor, também deverá ser levada em consideração quanto à proteção do maturi, durante o seu desenvolvimento.

Os sintomas no pedúnculo, verificados no estádio do maturi, estão estritamente correlacionados com a infecção ocorrida nas fases de botão floral e de flor. Como isso não é verificado para o caso da castanha, por causa de sua proteção pelas sépalas, os sintomas observados nesse órgão são provenientes exclusivamente da infecção ocorrida a partir da sua exposição ao agente infeccioso. Não se tem conhecimento da infecção de *P. anacardii* a partir do maturi, à medida que seu tecido vai envelhecendo. Segundo Sijaona *et al.* (2001), tecidos de folhas maduras não são infectados pelo oídio e essa constatação também se verifica para o maturi, durante o seu desenvolvimento. Portanto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a influência das épocas do fluxo de florações e dos períodos de proteção fenológica do cajueiro-anão BRS 189, à infecção por *P. anacardii*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de junho a novembro de 2015, no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, Ceará, Brasil (4° 11' 12" S, 38° 30' 01" O, em 79 m de altitude).

Para realização do experimento, foi selecionada uma área de 0,8 ha, já cultivada com 168 plantas de cajueiro-anão, clone BRS 189, altamente susceptível ao oídio, distribuídos em espaçamento 7 m x 6 m e em idade produtiva. As plantas foram podadas, mecanicamente, com podadei-

ra tratorizada, em abril de 2015, para induzir a emissão de brotações novas. Os tratamentos culturais, como adubação, controle de plantas indesejadas e pragas, foram realizados de acordo com o sistema de produção da planta (Serrano, 2016).

O experimento foi realizado em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, os tratamentos distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, com parcelas compostas pelas épocas de fluxo de florações (época I - 19/06/2015 e época II - 31/08/2015) e as subparcelas pelos períodos de proteção fenológica a partir do botão floral, nas épocas I e II, respectivamente: (T6 (testemunha - sem proteção), T5 (14 a 21 dias), T4 (21 a 28 dias), T3 (28 a 35 dias), T2 (35 a 42 dias) e T1 (42 a 49 dias)). As parcelas e subparcelas foram distribuídas em uma única planta, por repetição.

No início de cada época do fluxo de florações, dez panículas de mesmo estágio de desenvolvimento (botão floral) foram marcadas, ao redor da planta, com etiquetas plásticas numeradas de 1 a 10, para facilitar as avaliações da doença.

Para a proteção fenológica, com exceção da testemunha, foi utilizada uma calda fungicida à base de enxofre (1 g de S (80% - m/m)/L de água + detergente à base de polissorbato 20 a 0,05%), pulverizada semanalmente sobre as panículas, até o ponto de escorrimento, sempre no período da manhã, com pulverizador manual com pressão prévia PCP - 1P, com capacidade de 1,25 L.

A severidade do oídio na panícula (composta de botão e flor), no pedúnculo e na castanha do maturi foi avaliada semanalmente, com base em uma escala de notas de 0 a 4 (Sijaona, 1997). Os dados médios da severidade da doença, registrados durante todo o período experimental, foram utilizados para estimativa da área abaixo da curva de progresso do oídio (AACPO), conforme o órgão afetado (*i. e.* panícula, pedúnculo e castanha). Foram obtidas, também, como variáveis de doença, a severidade final do oídio (Y_{final}) e o início da epidemia do oídio (IEO), em cada órgão afetado, o número e a percentagem de maturis doentes. Outras variáveis, como o número de maturis, o peso médio total dos cajúos colhidos, peso médio do pedúnculo e da castanha, também foram contabilizadas para a comparação dos tratamentos. Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância e, as médias, comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Na época I, o período de proteção variou de 14 a 42 dias, entre os tratamentos utilizados. Menores curvas de progresso da doença, bem como atrasos do início da epidemia foram observados, em resposta ao aumento do pe-

ríodo de proteção, com o fungicida nas panículas (Figura 1A), nos pedúnculos (Figura 1B) e nas castanhas (Figura 1C). A severidade da doença na panícula, no pedúnculo e nas castanhas foi menor nos tratamentos T1, T2 e T3 que apresentaram os maiores períodos de proteção. Para aqueles tratamentos com os menores períodos de proteção, como foi o caso de T4 e T5, foram observados aumentos significativos da severidade da doença nesses órgãos, durante a época I de floração do cajueiro. A testemunha apresentou uma curva de progresso mais acentuada em todos os órgãos (Figuras 1A, 1B e 1C).

Na Época II, verificou-se que o oídio também causou doença nas panículas, nos pedúnculos e nas castanhas. Observaram-se diferentes curvas de progresso da doença, quando utilizados os períodos de proteção, que variaram de 21 a 49 dias. Nos tratamentos T1, T2 e T3, cujos períodos de proteção foram, respectivamente, de 49, 42 e 35 dias, ocorreram as menores curvas de progresso da doença para a panícula, para o pedúnculo e para a castanha. Os tratamentos T4 e T5 apresentaram maiores curvas de progresso da doença, com menores períodos de proteção. A testemunha, quanto a todos os órgãos, apresentou a maior curva de progresso da doença (Figuras 1D, 1E e 1F).

As épocas e os períodos de proteção fenológica influenciaram na intensidade da doença e, quantitativamente, na produção de cajúos (Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5). Quando se utilizou a AACPO, na comparação entre os tratamentos, foi verificada interação significativa entre épocas e períodos de proteção fenológica. Para as AACPO da panícula e de pedúnculo, foi constatado que apenas para o tratamento T6, houve diferença significativa entre épocas. No caso dessas duas variáveis, para as duas épocas, foi possível diferenciar as médias dos tratamentos de proteção fenológica, em que menores valores foram alcançados com maiores períodos de proteção (Tabela 1). Para a AACPO da castanha, não houve interação significativa entre épocas e períodos de proteção fenológica e, independentemente das épocas, os menores níveis de doença foram alcançados para os maiores períodos de proteção. Por outro lado, a época I registrou a maior quantidade de doença (Tabela 1).

Para as variáveis IEO na panícula, no pedúnculo e na castanha houve interação significativa entre épocas e períodos de proteção fenológica, e pelas análises foram verificadas epidemias mais precoces ocorridas na época I e nos tratamentos com menores períodos de proteção. Nenhum valor destas variáveis foi registrado para o maior período de proteção (T1) utilizado (Tabela 2).

Para a quantidade de doença final (Y_{final}), verificou-se a falta de interação entre épocas e períodos de proteção fenológica, quando a doença foi avaliada na panícula e no pedúnculo. Independentemente da época, menores

médias de severidade de doença foram alcançadas com os maiores períodos de proteção fenológica. No entanto, apenas para a doença final, em pedúnculo, independentemente do período de proteção fenológica, as médias de severidade da doença final, na época I, foram menores que na época II (Tabela 3). Por outro lado, houve interação significativa dos valores médios de severidade da doença final na castanha. Diferenças significativas foram observadas entre épocas apenas nos tratamentos T6 e T5, sendo a época I diferente da época II, apresentando maior grau de severidade do oídio. Entre os períodos de proteção fenológica, em ambas as épocas, foram observadas diferenças significativas e os

maiores períodos de proteção resultaram em menos castanhas doentes (Tabela 3).

Em se tratando da quantidade de maturis produzido pela planta, constatou-se que não houve interação significativa e, tanto as épocas quanto os períodos de proteção fenológica não apresentaram diferenças significativas. Por outro lado, a quantidade de maturis doentes foi maior na época I, independentemente da proteção, e o maior período de proteção fenológica resultou em menor quantidade de maturis doentes, em qualquer época (Tabela 4). Quanto à percentagem de maturis doentes, constatou-se que apenas para os tratamentos T2 e T1 não houve diferença significativa entre épocas. No caso das

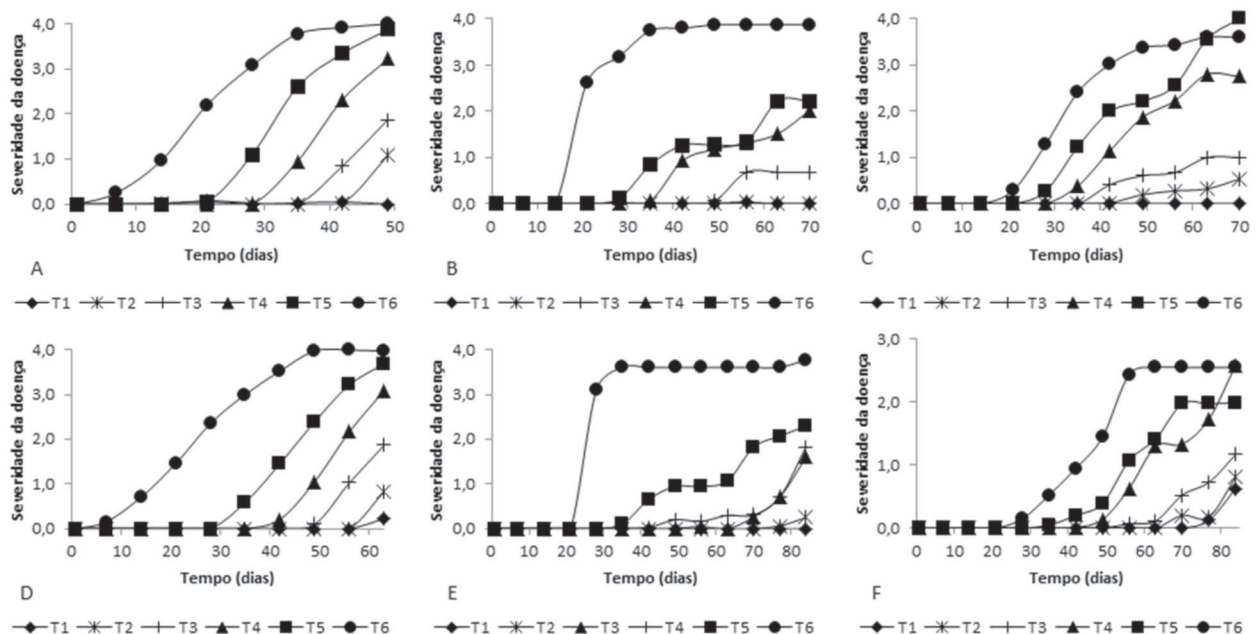


Figura 1: Curvas de progresso da severidade do oídio em panícula (A e D), em pedúnculo (B e E) e em castanha (C e F) submetidas a diferentes períodos de proteção (T6 (testemunha - sem proteção), T5 (14 a 21 dias), T4 (21 a 28 dias), T3 (28 a 35 dias), T2 (35 a 42 dias) e T1 (42 a 49 dias), com enxofre, na Época I (19/06/2015) e Época II (31/08/2015), respectivamente.

Tabela 1: Efeito de épocas de floração (Época I - 19/06/2015 e Época II - 31/08/2015), e de períodos de proteção fenológica (T6 (testemunha - sem proteção), T5 (14 a 21 dias), T4 (21 a 28 dias), T3 (28 a 35 dias), T2 (35 a 42 dias) e T1 (42 a 49 dias), com enxofre, na área abaixo da curva de progresso do oídio (AACPO) na panícula, no pedúnculo e na castanha ⁽¹⁾

Tratamento	AACPO panícula			AACPO pedúnculo			AACPO castanha		
	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média
Proteção									
T6	113,3Ba	147,9Aa	130,6	160,6Ba	189,5Aa	175,0	109,0	91,0	100,0a
T5	56,9Ab	66,4Ab	61,6	41,0Ab	57,2Ab	49,1	70,0	52,0	61,0b
T4	34,2Ac	34,8Ac	34,5	29,6Abc	18,8Ac	24,2	49,0	45,0	47,0b
T3	13,2Ad	14,4Ad	13,8	11,5Acd	11,2Ac	11,3	15,0	13,0	14,0c
T2	4,5Ad	2,9Ad	3,7	2,4Ad	1,2Ac	1,8	5,0	5,0	5,0c
T1	0,5Ad	0,8Ad	0,6	2,0Ad	0,8Ac	1,4	0,0	2,0	1,0c
Média	37,1	44,5	40,8	41,2	46,4	43,8	41,3A	34,6B	38,0
CV (%)			20,5			27,7			50,7

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

épocas I e II, novamente o maior período de proteção fenológica resultou em menor percentagem de maturis doentes (Tabela 4).

Quando se analisaram as variáveis quantitativas de produção, independentemente da época, observou-se diferença significativa entre os períodos de proteção fenológica e os pesos médios total e do pedúnculo foram menores para o tratamento T6, com uma diferença de 56,5 g e 56,7 g no peso total do caju e no peso do pedúnculo, respectivamente. Para essas variáveis, não houve diferença entre épocas de floração. Para o peso da castanha, não houve nenhum efeito de época e de período de proteção fenológica na sua massa (Tabela 5).

DISCUSSÃO

O oídio causado por *P. anacardii* é uma constante ameaça ao cultivo do cajueiro e o uso do enxofre tem sido preconizado como a principal prática de manejo a ser empregado no ciclo da cultura (Cardoso *et al.*, 2012). A pro-

teção das panículas do cajueiro tradicionalmente tem sido realizada com o uso de enxofre em pó, na Tanzânia, África (Smith *et al.*, 1995; Smith & Cooper, 1997), mas a eficiência de controle é dependente da cobertura da panícula com o agente protetor e do período de proteção. Por causa da susceptibilidade à infecção pelo oídio (Sijaona & Mansfield, 1999), a panícula deve ser a principal fase fenológica a ser protegida, no início de uma epidemia (Smith *et al.*, 1998; Sijaona *et al.*, 2001). Neste trabalho, foi empregado um fungicida à base de enxofre pó molhável que ofereceu excelente proteção durante os períodos de floração e de frutificação do cajueiro, quando foi possível observar a proteção contra a epidemia da doença.

Com a função de estender ou melhorar a eficiência da proteção das panículas, Smith *et al.* (1995), Smith & Cooper (1997) empregaram outros fungicidas, principalmente do grupo dos triazóis, que apresentaram melhor proteção das panículas para o controle do oídio. Segundo esses autores, a proteção realizada em aplicações quinzenais foi efi-

Tabela 2: Efeito de épocas de floração (Época I - 19/06/2015 e Época II - 31/08/2015), e de períodos de proteção fenológica (T6 (testemunha - sem proteção), T5 (14 a 21 dias), T4 (21 a 28 dias), T3 (28 a 35 dias), T2 (35 a 42 dias) e T1 (42 a 49 dias), com enxofre, no início da epidemia do oídio (IEO) na panícula, no pedúnculo e na castanha⁽¹⁾

Tratamento	IEO panícula			IEO pedúnculo			IEO castanha		
	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média
Proteção									
T6	7Be	10Ae	8	21Bd	28Ad	24	24Bc	31Ae	27
T5	24Bd	35Ad	29	31Bc	38Ac	34	28Bc	38Ad	33
T4	35Bc	42Ac	38	40Bb	50Ab	45	37Bb	51Ac	44
T3	42Bb	52Ab	47	49Ba	73Aa	61	42Bb	65Ab	53
T2	47Ba	63Aa	55	-	-	-	49Ba	75Aa	62
T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	31	40	35	35	47	41	36	52	44
CV (%)			6,2			8,5			7,4

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

Tabela 3: Efeito de épocas de floração (Época I - 19/06/2015 e Época II - 31/08/2015) e de períodos de proteção fenológica (T6 (testemunha - sem proteção), T5 (14 a 21 dias), T4 (21 a 28 dias), T3 (28 a 35 dias), T2 (35 a 42 dias) e T1 (42 a 49 dias), com enxofre, no grau de a severidade final do oídio (Yfinal) na panícula, no pedúnculo e na castanha⁽¹⁾

Tratamento	Yfinal panícula			Yfinal pedúnculo			Yfinal castanha		
	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média
Proteção									
T6	4,0	4,0	4,0a	4,0	3,8	3,9a	3,6Aa	2,4Ba	3,0
T5	3,9	3,7	3,8a	2,2	2,6	2,4b	3,3Aa	2,0Bab	2,7
T4	3,2	3,1	3,1b	1,2	1,8	1,5c	2,8Aa	2,6Aa	2,7
T3	1,7	1,9	1,8c	0,1	1,1	0,6d	1,0Ab	0,9Abc	0,9
T2	1,1	0,9	1,0d	0,0	0,3	0,1d	0,5Ab	0,6Ac	0,5
T1	0,0	0,2	0,1e	0,0	0,0	0,0d	0,0Ab	0,5Ac	0,2
Média	2,3A	2,3A	2,3	1,2B	1,6A	1,4	1,9	1,5	1,7
CV (%)			14,2			32,1			37,8

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$). Yfinal – doença final.

ciente mesmo em epidemias já iniciadas (10% de panículas doentes). Como os tecidos novos do maturi são muito susceptíveis à infecção, uma proteção mais eficiente, baseada em aplicação de fungicidas sistêmicos, pode ser uma alternativa ao uso predominante do enxofre. A eficiência de fungicidas sistêmicos para o controle do oídio do cajueiro também tem sido demonstrada na Tanzânia, conferindo período de proteção maior que o enxofre (Topper *et al.*, 1998a; Topper *et al.*, 1998b). Isso pode ser importante, em casos em que a infecção já se tenha iniciado, como foi observado por Topper *et al.* (1998a). Como o enxofre é a única molécula registrada para caju e de efeito protetor, o manejo de *P. anacardii* deve ser realizado precocemente nas panículas, antes do início da epidemia, e se estender até o maturi tornar-se naturalmente resistente.

A proteção com o fungicida à base de enxofre iniciou-se quando havia panículas em estágio de botões, sendo aplicado com intervalos de sete dias, que foi o período ideal para a proteção inicial das panículas contra a infec-

ção do oídio. Do ponto de vista de manejo, a proteção iniciada durante os estádios fenológicos que compreendem os de botões florais foi preponderante para o sucesso do controle.

Apesar da susceptibilidade do maturi ao oídio, a produção de frutos sadios tem uma relação direta com os períodos de proteção. Os resultados obtidos possibilitaram inferir que uma boa cobertura da panícula e dos maturis com enxofre forma uma barreira protetora contra a infecção do fungo. O oídio do cajueiro é muito sensível ao contato com a molécula de enxofre, provavelmente, pela excelente ação fungicida dessa molécula (Griffith *et al.*, 2015). Neste trabalho, o período de proteção conferido pelo enxofre, nas fases fenológicas susceptíveis, retardou o início de epidemia em campo. Portanto, aplicações preventivas com enxofre devem ser práticas essenciais para a cultura do cajueiro.

Foi verificado que, na ausência de proteção, o grau de severidade da doença foi alto, nas panículas, nos pedúnculos e nas castanhas e, a partir da introdução dos

Tabela 4: Efeito de épocas de floração (Época I - 19/06/2015 e Época II -31/08/2015) e de períodos de proteção fenológica (T6 (testemunha - sem proteção), T5 (14 a 21 dias), T4 (21 a 28 dias), T3 (28 a 35 dias), T2 (35 a 42 dias) e T1 (42 a 49 dias), com enxofre, no número de maturis produzidos, número e percentagem de maturis doentes (%) ⁽¹⁾

Tratamento	Número maturi			Número doente			(%) Doente		
	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média
Proteção									
T6	97	97	97	94	82	88a	97,7Aa	84,1Ba	90,9
T5	90	105	97	60	39	49b	66,9Ab	37,4Bb	52,1
T4	76	94	85	52	23	37b	72,9Ab	24,0Bb	48,5
T3	53	87	70	12	8	10c	26,1Ac	9,3Bc	17,7
T2	71	108	89	9	4	6c	13,4Acd	3,6Ac	8,5
T1	94	130	112	4	3	3c	2,9Ad	2,5Ac	2,7
Média	80	103	91	38A	26B	32	46,65	26,81	36,8
CV (%)			44,3			49,3			18,7

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

Tabela 5: Efeito de épocas de floração (Época I - 19/06/2015 e Época II -31/08/2015) e de períodos de proteção fenológica (T6 (testemunha - sem proteção), T5 (14 a 21 dias), T4 (21 a 28 dias), T3 (28 a 35 dias), T2 (35 a 42 dias) e T1 (42 a 49 dias)), com enxofre, no peso total do caju, do pedúnculo e da castanha ⁽¹⁾

Tratamento	Peso total do caju (g)			Peso pedúnculo (g)			Peso castanha (g)		
	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média	Época I	Época II	Média
Proteção									
T6	72,2	62,3	67,2b	61,8	53,4	57,6b	10,4	8,9	9,6
T5	122,5	122,7	122,6a	112,9	112,6	112,7a	9,6	10,1	9,8
T4	127,9	131,9	129,9a	118,2	121,4	119,8a	9,7	10,5	10,1
T3	137,1	122,6	129,8a	127,6	112,9	120,2a	8,5	9,7	9,1
T2	135,4	135,6	135,5a	125,6	125,5	125,5a	9,8	10,1	9,9
T1	127,5	120,0	123,7a	118,5	110,2	114,3a	9,0	9,8	9,4
Média	120,4A	115,8A	118,1	110,8A	106,0A	108,4	9,5	9,8	9,6
CV (%)			11,8			13,0			9,1

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

períodos de proteção, houve menor incidência da doença, durante todas as épocas estudadas. A susceptibilidade do cajueiro ao fungo está correlacionada com a característica dos tecidos novos e isso foi observado na panícula, no pedúnculo e castanha. O patógeno tem causado infecção não só em flores, mas também em pedúnculos e em castanhas imaturas (Shomari & Kennedy, 1998). O primeiro órgão a ser atacado pelo oídio é o pedúnculo do botão floral e da flor, exclusivamente por sua exposição ao agente infeccioso. Isso não ocorre com a castanha, que nesse momento está protegida pela sépala da flor. No caso das castanhas, a infecção começa a ocorrer após a sua exposição durante o desenvolvimento do maturi.

Nas condições deste trabalho, a infecção do fungo ocorreu nos tecidos novos, inclusive no pedúnculo e na castanha, após o período de ação residual do enxofre. O enxofre conferiu proteção residual, nas condições experimentais, de sete dias para todas as fases fenológicas. O período de proteção fenológica variou de uma a quatro semanas e o nível de doença foi inversamente proporcional ao período de proteção. Maiores períodos de proteção também podem ser alcançados com as quantidades aplicadas e com a frequência de pulverização. De acordo com Boma *et al.* (1998), o melhor controle do oídio foi obtido com diferentes moléculas de enxofre, em função da dose utilizada e da frequência de aplicação.

Apesar do curto período de proteção com o enxofre, ele teve efeito a partir de reaplicações semanais, até o maturi tornar-se naturalmente resistente, como verificado principalmente com os tratamentos T1 (42 a 49 dias de proteção) e T2 (35 a 42 dias de proteção), nas épocas I e II, respectivamente. Períodos menores de proteção tendem a comprometer a qualidade do pedúnculo e da castanha, possivelmente, porque o desenvolvimento do fruto ocorre sem nenhuma proteção seja ela química (fungicida) ou anatômica (amadurecimento dos tecidos). Nas épocas I e II, os resultados obtidos foram muito semelhantes, mostrados pelos níveis de doença ocorridos nos diferentes estádios fenológicos estudados. O período de proteção conferido pelo enxofre também foi eficiente nas duas floradas. A proteção exercida pelo fungicida e a maturação dos tecidos do maturi foram fundamentais para a diminuição do progresso da doença. No entanto, o efeito negativo na produção do pedúnculo foi verificado na ausência de controle, com alterações quantitativas (peso) e qualitativas (deformações), como também verificado por Lima (2017). Por outro lado, o peso das castanhas não sofreu variação entre os tratamentos, independentemente de épocas e de períodos de proteção. Nesse caso, não houve dano do oídio nas castanhas. Todavia, Lima (2017), em análise de danos do oídio à produção do cajueiro, constatou diferença significativa para o peso e para o tamanho

da castanha e da amêndoa, no clone BRS 189. Serrano *et al.* (2013), estudando o efeito do oídio em castanhas e amêndoas, observaram diferenças biométricas para alguns genótipos de cajueiro comum e constataram danos pela influência da doença. Os danos em castanha e em amêndoa tornam-se mais evidentes quando esses órgãos se apresentam completamente infectados pelo oídio, como verificado pelos autores acima. Por outro lado, é provável que um pedúnculo doente exerça limitada função na formação da amêndoa.

Quanto mais precocemente se iniciar a epidemia do oídio, maior será o efeito da doença sobre a produção do cajueiro. Quando se utilizaram os períodos de proteção fenológica, foi verificado que a epidemia começa quando finalizado o período de proteção. A epidemia tendeu a começar após os setes dias de duração da proteção residual. Curvas de progresso mais acentuadas corresponderam aos menores períodos de proteção. Mesmo cessado o período de proteção, e dependendo do desenvolvimento do maturi (a partir de 5 cm de comprimento), foram constatados baixos níveis da doença no pedúnculo e na castanha. Possivelmente, o amadurecimento dos tecidos desses órgãos dificulta a ação do patógeno (Sijaona *et al.*, 2001).

Tanto na época I quanto na II, constatou-se que, para o caso do clone BRS 189, e nas condições do estudo, a doença não resultou em diminuição da produção, contados o número de maturis colhidos, mesmo para os tratamentos em que foi observado maior incidência de doença. Por outro lado, o efeito da doença no peso total do fruto colhido foi observado nas duas épocas estudadas, sendo que, na ausência de proteção pelo enxofre, ocorreu redução significativa nas características quantitativas e qualitativas do pedúnculo do cajueiro.

Os dados mostram que as panículas (botão floral, flor) e maturi (pedúnculo e castanha) foram infectadas por *P. anacardii* e que essas fases fenológicas devem ser consideradas, quando do manejo da doença com o emprego de fungicidas. Portanto, essas informações são úteis como forma de subsidiar as recomendações de controle do oídio do cajueiro. Neste caso, como esse clone emite várias floradas no seu ciclo, sendo os dois primeiros fluxos de floração os mais importantes e intensos, a estratégia de manejo deverá considerar a fenologia da planta.

CONCLUSÕES

As épocas do fluxo de florações e dos períodos de proteção fenológica interferem na severidade da doença na panícula, no pedúnculo e na castanha do cajueiro-anão BRS 189.

Maiores progressos da doença são observados para menores períodos de proteção fenológica na panícula, no pedúnculo e na castanha.

Epidemias mais precoces e maior número de maturis doentes são observados na época I, com fluxo de florações iniciado em junho de 2015.

Maiores períodos de proteção produzem cajus menos doentes.

Na ausência da proteção fenológica, a doença reduz o peso do pedúnculo e não interfere no peso da castanha do cajueiro-anão BRS 189.

REFERÊNCIAS

- Boma F, Topper CP & Anthony J (1998) Evaluation of various sulphur formulations for the control of powdery mildew (*Oidium anacardii* Noack) on cashew in Tanzania. In: International Cashew and Coconut Conference, Dar es Salaam. Proceedings, BioHybrids International Ltd. p.228-235.
- Braun U & Cook RTA (2012) Taxonomic manual of the *Erysiphales* (powdery mildews). CBS Biodiversity Series, 11:497-498.
- Cardoso JE, Viana FMP, Ootani MA, Martins MVV & Araujo FSA (2017) First report of *Erysiphe quercicola* causing powdery mildew on cashew in Brazil. Plant Disease, 101:1327.
- Cardoso JE, Martins MVV, Freire FCO, Viana FMP, Lima JS, Silva LGC & Melo JGM (2014) An epidemic outbreak of cashew powdery mildew in Brazil. In: Annual Meeting Archives, Minneapolis. Anais, APS-CPS Joint Meeting. p.178.
- Cardoso JE, Martins MVV, Lima JS, Viana FMP & Silva LGC (2012) Controle químico do oídio do cajueiro. Fortaleza, CNPAT/Embrapa. 4p. (Comunicado Técnico, 196).
- Griffith CM, Woodrow JE & Seiber JN (2015) Environmental behavior and analysis of agricultural sulfur. Pest Management Science, 71:1486-1496.
- Intini M & Sijaona MER (1983) Calendar of disease control with reference to phenological phases of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Tanzania. Revista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale, 77:419-422.
- Lima JS (2017) Epidemiologia quantitativa do oídio do cajueiro no clone BRS 189. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 75p.
- Martins MVV, Cardoso JE & Viana FMP (2016) Sistema de produção do caju – doenças do cajueiro. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoId=10318>. Acessado em: 19 de setembro de 2017.
- Serrano LAL, Vidal Neto FC, Melo DS & Cardoso JE (2013) Influência do oídio nas castanhas de diferentes genótipos de cajueiro. Fortaleza, CNPAT/EMBRAPA. 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 76).
- Serrano LAL (2016) Sistema de produção de caju. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoId=10308>. Acessado em: 19 de setembro de 2017.
- Shomari SH & Kennedy R (1999) Survival of *Oidium anacardii* on cashew (*Anacardium occidentale*) in southern Tanzania. Plant Pathology, 48:505-513.
- Shomari SH & Kennedy R (1998) Field and laboratory investigations on the development of *Oidium anacardii* in relation to environmental factors. In: International Cashew and Coconut Conference, Dar es Salaam. Proceedings, BioHybrids International Ltd. p.260-265.
- Sijaona MER, Clewer A, Maddison A & Mansfield JW (2001) Comparative analysis of powdery mildew development on leaves, seedlings and flower panicles of different genotypes of cashew. Plant Pathology, 50:234-243.
- Sijaona MER & Mansfield JW (2001) Variation in the response of cashew genotypes to the targeted application of fungicide to flower panicles for control of powdery mildew disease. Plant Pathology, 50:244-248.
- Sijaona MER & Mansfield JW (1999) Structural resistance of cashew (*Anacardium occidentale*) against powdery mildew (*Oidium anacardii*). Tanzania Journal of Agricultural Science, 2:115-125.
- Sijaona MER (1997) Studies on aspects of cashew resistance to powdery mildew (*Oidium anacardii* Noack). Tese de Doutorado. University of London, London. 316p.
- Smith DN, Topper CP & Cooper JF (1998) Comparison an evaluation of alternative methods for the application of fungicides to cashew trees for the control of powdery mildew disease. In: International Cashew and Coconut Conference, Dar es Salaam. Proceedings, BioHybrids International Ltd. p.282-285.
- Smith DN & Cooper JF (1997) Control of powdery mildew on cashew in Tanzania using sulphur dust – an audit of sulphur fate and a proposal for a new dusting strategy. Crop Protection, 16:549-552.
- Smith DN, King WJ, Topper CP, Boma F & Cooper JF (1995) Alternative techniques for the application of sulphur dust for the control of powdery mildew caused by the fungus *Oidium anacardii* in Tanzania. Crop Protection, 14:555-560.
- Topper CP, Boma F & Mhando H (1998a) Evaluation of fungicides for the control of powdery mildew (*Oidium anacardii* Noack) on cashew in Tanzania. A. Fungicide strategy development trials. In: International Cashew and Coconut Conference, Dar es Salaam. Proceedings, BioHybrids International Ltd. p.254-259.
- Topper CP, Boma F & Anthony J (1998b) Screening trials for the evaluation of fungicides for the control of powdery mildew (*Oidium anacardii* Noack) on cashew in Tanzania. A. Using leaves of seedlings plants. In: International Cashew and Coconut Conference, Dar es Salaam. Proceedings, BioHybrids International Ltd. p.286-290.
- Waller JM, Nathaniels N, Sijaona MER & Shomari SH (1992) Cashew powdery mildew (*Oidium anacardii* Noack) in Tanzania. Tropical Pest Management, 38:160-163.