

**Busca por Fontes de Resistência
a Doenças de Importância na
Cultura do Cajueiro com Base no
Comportamento de Progênies**



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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 143

Busca por Fontes de Resistência a Doenças de Importância na Cultura do Cajueiro com Base no Comportamento de Progênies

Maraisa Crestani Hawerth

Egnesio Holanda Vale

Luis Cláudio Pessoa Oliveira

Fernando José Hawerth

Patricia do Nascimento Bordallo

Francisco das Chagas Vidal Neto

Dheyne Silva Melo

Embrapa Agroindústria Tropical

Fortaleza, CE

2017

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: *Ana Elisa Galvão Sidrim*
Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*
Normalização: *Rita de Cassia Costa Cid*
Fotos da capa: *Maraisa Crestani Hawerroth*
Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

On-line (2017)

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

Busca por fontes de resistência a doenças de importância na cultura do cajueiro com base no comportamento de progênies / Maraisa Crestani Hawerroth... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017.

28 p. : il. ; 14,8 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 143).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. *Anacardium occidentale* L. 2. Melhoramento genético. 3. Oídio. 4. Antracnose. 5. Mofo-preto. I. Hawerroth, Maraisa Crestani. II. Vale, Egnésio Holanda. III. Oliveira, Luis Cláudio Pessoa. IV. Hawerroth, Fernando José. V. Bordallo, Patricia do Nascimento. VI. Vidal Neto, Francisco das Chagas. VII. Melo, Dheyene Silva. VIII. Série.

CDD 634.573

© Embrapa 2017

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	26
Referências	27

Busca por Fontes de Resistência a Doenças de Importância na Cultura do Cajueiro com Base no Comportamento de Progênes

Maraisa Crestani Hawerroth¹

Egnesio Holanda Vale²

Luis Cláudio Pessoa Oliveira³

Fernando José Hawerroth⁴

Patricia do Nascimento Bordallo⁵

Francisco das Chagas Vidal Neto⁶

Dheyne Silva Melo⁷

Resumo

A ocorrência de doenças durante o período produtivo associado ao ineficiente controle tem contribuído significativamente para a diminuição da produção de castanhas e pedúnculos dos cajueirais brasileiros. O desenvolvimento de genótipos resistentes às principais doenças que acometem a cultura via melhoramento genético caracteriza uma importante medida de controle a médio e longo prazo. Logo, o objetivo do trabalho foi avaliar a ocorrência de oídio, antracnose e mofo-preto em híbridos F₁ de cajueiro, buscando selecionar as progênes mais resistentes e identificar indiretamente

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Caçador, SC, maraisahawerroth@epagri.sc.gov.br

² Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, bolsista da Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, egnvale@yahoo.com.br

³ Engenheiro-agrônomo, mestrando em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, claudioubajara@hotmail.com

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS, fernando.hawerroth@embrapa.br

⁵ Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, patricia.bordallo@embrapa.br

⁶ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, vidal.neto@embrapa.br

⁷ Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, dheyne.melo@embrapa.br

potenciais genitores doadores de genes de resistência horizontal. Nas safras 2012 e 2013 foram avaliadas plantas de oito progênies de cajueiro em relação à severidade das doenças nos períodos vegetativo, florescimento e frutificação, pela atribuição visual de notas (0 a 4). As avaliações das doenças realizadas sugerem que o clone BRS 226 constitui-se em potencial fonte de resistência horizontal ao oídio, e o CCP 76 e o Embrapa 51 para antracnose. As progênies CCP 76 x BRS 226 e BRS 226 x HAC 238/4 evidenciaram menor severidade ao oídio, enquanto que CCP 76 x HAC 276/1 e CCP 76 x BRS 253 apresentaram tal comportamento quanto à ocorrência da antracnose, sugerindo portarem genes de resistência horizontal. Já as progênies BRS 226 x HAC 238/4 e CCP 76 x BRS 253 revelaram maior resistência ao mofo-preto; contudo, não foi possível identificar potenciais fontes de resistência para essa doença.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale* L., oídio, antracnose, mofo-preto, melhoramento genético.

Search for Sources of Resistance to Diseases of Importance in Cashew Based on the Progenies Behavior

Abstract

*The occurrence of disease during the production period associated with the ineffective control has contributed significantly to decrease the yield of cashew nuts and peduncles at Brazilians cashew plantations. The development of resistant cultivars to major diseases that affect the crop features an important medium and long-term control measure. Therefore, the objective of this work was to evaluate the occurrence of powdery mildew (*Oidium anacardii* Noach), anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz. & Sacc) and black mold (*Pilgeriella anacardii* Von Arxe Miller) in F₁ hybrids of cashew, seeking to select the most resistant progenies and identify indirectly potential parental donors of horizontal resistance genes. In 2012 and 2013, eight progenies of cashew were evaluated in relation to the severity of diseases during vegetative period, flowering, and fruiting, by visual score (0-4). The evaluations carried out suggest that the clone BRS 226 is a potential source of horizontal resistance to powdery mildew and CCP 76 and Embrapa 51 for anthracnose. The progenies CCP 76 x BRS 226 and BRS 226 x HAC 238/4 showed lower severity to powdery mildew, while CCP 76 x HAC 276/1 and CCP 76 x BRS Bahia 12 presented similar behavior regarding the occurrence of anthracnose, suggesting the presence of horizontal resistance genes. The progenies BRS 226 x HAC 238/4 and CCP 76 x BRS 253 showed higher resistance to black mold, however, it was not possible to identify potential sources of resistance to this disease.*

Index terms: Anacardium occidentale L., cashew powdery mildew, anthracnose, black mold, plant breeding.

Introdução

A amêndoa da castanha-de-caju caracteriza o principal produto comercial do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e, apesar da tradição na cajucultura, o sistema produtivo brasileiro é ainda pouco eficiente devido ao manejo inadequado dos pomares, caracterizado pelo emprego deficiente de tecnologias e insumos (GUANZIROLI et al., 2009). Como reflexo, o Brasil apresenta uma das mais baixas produtividades de castanha-de-caju entre os países produtores, obtendo, na safra 2013, apenas 157,7 kg ha⁻¹, significativamente inferior à média mundial, que nesse período foi de 813,6 kg ha⁻¹ (FAO, 2016).

Os trabalhos de melhoramento genético do cajueiro no Brasil foram iniciados pela formação de uma coleção de germoplasma, avaliação e seleção fenotípica, resultando no lançamento dos clones comerciais de cajueiros-anão 'CCP 06', 'CCP 76', 'CCP 09' e 'CCP 1001' no decorrer da década de 1980 (PAIVA et al., 2004). Posteriormente, a realização de cruzamentos múltiplos, seleção entre e dentro de progenies e hibridações inter e intraespecíficas permitiram o desenvolvimento dos clones 'Embrapa 50', 'Embrapa 51', 'BRS 189', 'BRS 226', 'BRS 253' e 'BRS 265', todos do tipo anão-precoce; 'BRS 274', primeiro clone de cajueiro-comum; e 'BRS 275', um híbrido entre o cajueiro-anão e o cajueiro-comum (VIDAL NETO et al., 2013). Além dos clones já lançados no mercado, ressalta-se que outra espécie, o cajuí-vermelho (*Anacardium microcarpum*), nativo dos cerrados brasileiros, também tem sido utilizado em hibridações com clones comerciais da espécie *A. occidentale* buscando a melhoria da qualidade do pedúnculo, como redução da adstringência, acidez e melhoria da textura (CRISOSTOMO et al., 2002).

A ocorrência de doenças durante o período produtivo associado ao seu ineficiente controle tem contribuído significativamente para a diminuição da produção de castanhas e pedúnculos nos cajueirais nacionais. Entre as principais doenças de parte aérea que acometem a cultura no Nordeste brasileiro, estão o oídio (*Oidium anacardii* Noach), a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz. & Sacc) e o mofo-preto (*Pilgeriella anacardii* Von Arxe Miller).

A ocorrência da antracnose é amplamente distribuída entre as regiões produtoras do Brasil e do mundo, causando severas perdas, pela redução do retorno financeiro por unidade de área devida à ação de organismos nocivos (FREIRE et al. 2002; LÓPEZ; LUCAS, 2010a; UACIQUETE et al., 2013). Os sintomas em folhas jovens são mais expressivos; contudo, a doença também pode provocar danos severos em folhas adultas e ramos e em estruturas reprodutivas – panículas, flores e frutos (LÓPEZ; LUCAS, 2010b; FREIRE, 2012).

Assim como a antracnose, nas últimas décadas, a ocorrência do oídio em regiões produtoras de caju no mundo tem provocado severas perdas econômicas ao setor produtivo (SWART, 2004). No Brasil, em particular, o oídio era considerado uma doença de importância secundária, com menor relevância em relação a sua ocorrência em outros países produtores, como nos países do continente africano (RAMOS et al., 1996). Contudo, nos cajueirais do Nordeste brasileiro, os danos decorrentes dessa doença têm sido cada vez mais expressivos ao longo das últimas safras (FREIRE, 2012). O agente causal do oídio é um patógeno biotrófico obrigatório das plantas (STADNIK; MAZZAFERA, 2001), que pode infectá-las durante todo o ano, exercendo patogênese sobre as folhas jovens e adultas, inflorescências, maturis (frutos jovens em formação), pseudofrutos (pedúnculos) e castanhas, podendo comprometer o desempenho produtivo das plantas (FREIRE, 2012; SERRANO et al., 2013). Na ocorrência do oídio e da antracnose, quando a relação patógeno versus hospedeiro se mantém ao longo do período produtivo, são verificados severos danos físicos sobre os frutos, ocasionando a redução do seu valor na comercialização – fruto in natura e amêndoa.

O mofo-preto é causado por um fungo biotrófico que infesta tipicamente folhas adultas, provocando manchas cloróticas que podem culminar em queda prematura, comprometendo os tecidos fotossintetizantes da planta, e, por isso, os danos fisiológicos são mais intensos do que os físicos (FREIRE et al., 2002).

A aplicação de fungicidas caracteriza o método recomendado para

controle dessas doenças (CARDOSO et al., 2013), mas raramente é praticado pela maioria dos produtores por razões econômicas e sociais. Logo, o desenvolvimento de clones resistentes a partir de cruzamentos artificiais envolvendo genótipos presentes no germoplasma brasileiro de caju (populações nativas ou melhoradas) caracteriza uma importante medida de controle a médio e longo prazo. Além disso, é de suma importância a caracterização da variabilidade genética disponível na cultura do cajueiro, a fim de viabilizar a identificação de possíveis fontes de resistência às principais doenças, os quais poderão dar origem a populações segregantes contendo indivíduos transgressivos. O uso desses materiais genéticos pode levar à maior sustentabilidade da atividade.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência do ódio, da antracnose e do mofo-preto em híbridos F_1 de cajueiro obtidos via cruzamentos dirigidos, buscando selecionar as progênes mais resistentes, bem como identificar indiretamente potenciais genitores doadores de genes de resistência.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido nas safras agrícolas de 2012 e 2013 no Campo Experimental de Pacajus, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no Município de Pacajus, Estado do Ceará ($4^{\circ}11'07''S$, $38^{\circ}30'07''W$, altitude de 70 m). O solo característico é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado, com textura arenosa média. O clima típico da região é o seco subúmido, sendo constatadas, nos anos agrícolas de 2012 e 2013, as precipitações de 504 mm e 943,2 mm anuais, respectivamente, e temperaturas médias entre $26^{\circ}C$ e $28^{\circ}C$.

O pomar foi instalado em 2007, em espaçamento 8 m x 6 m, em regime de sequeiro, a partir de mudas oriundas de sementes provenientes de cruzamentos controlados entre os seguintes genótipos de cajueiro: 'CCP 76' x *Anacardium microcarpum*, 'CCP 76' x 'BRS 226',

'CCP 76' x 'HAC 276/1', 'CCP 76' x 'Embrapa 51', 'CCP 76' x 'BRS 253', 'BRS 226' x 'Embrapa 51', 'CCP 76' x 'HAC 222/4', e 'BRS 226' x 'HAC 238/4'. Utilizou-se como bordadura plantas do clone de cajueiro 'BRS 253'. O preparo do solo da área experimental e os tratamentos culturais (adubações, podas, manejo fitossanitários, entre outros) realizados ao longo dos anos de desenvolvimento das plantas foram conforme recomendações técnicas para a cultura do cajueiro (OLIVEIRA; COSTA, 2005).

Nas safras 2012 e 2013, as plantas foram avaliadas em cada período específico de desenvolvimento (período vegetativo, florescimento, frutificação) em relação à ocorrência do oídio, antracnose e mofo-preto. As avaliações foram realizadas nos meses de maio, agosto e dezembro de cada ano, contemplando os diferentes estágios de desenvolvimento. Adotou-se o critério visual de notas atribuídas considerando o aspecto geral da planta (porções basal, mediana e apical, ao longo dos quatro quadrantes) associado às características dos órgãos específicos a cada fase de desenvolvimento (folhas, inflorescências e frutos). Utilizou-se uma escala descritiva de severidade de sintomas (notas de 0 a 4), adaptado de Cardoso et al. (1999). Na colheita, as castanhas foram avaliadas quanto aos sintomas do oídio. A nota 0 foi atribuída à ausência de sintomas; a nota 1 foi dada mediante a presença de lesões cobrindo de 1% a 5% da área foliar, panícula, fruto e/ou castanha, associadas ao aspecto geral da planta; a nota 2 foi dada à presença de lesões cobrindo de 6% a 10% da área foliar, panícula, fruto e/ou castanha, associada ao aspecto geral da planta; a nota 3 foi atribuída a lesões cobrindo de 11% a 25% da área foliar, panícula, fruto e/ou castanha, associadas ao aspecto geral da planta; e a nota 4 foi dada quando as lesões cobriam mais que 25% da área foliar, panícula, fruto e/ou castanha, associadas ao aspecto geral da planta.

Para atender às pressuposições da análise de variância, foi realizada a transformação dos dados pela fórmula $x' = (x + 0,5)^{1/2}$, sendo o x o valor real atribuído à variável. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as variáveis que revelaram significância pelo teste F ($p < 0,05$) tiveram as médias comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Foi realizada a análise de contrastes ortogonais envolvendo diferentes

combinações entre os cruzamentos contemplados neste estudo. Os testes estatísticos foram realizados com auxílio do programa SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

Resultados e Discussão

Os níveis médios de severidade do oídio se mostraram crescentes ao longo do avanço do ciclo produtivo dos híbridos F_1 de cajueiro (0,45; 1,17; 2,07 e 2,35, respectivamente), conforme Tabela 1. Após o período de chuvas na região Nordeste do Brasil, o desenvolvimento do fungo normalmente é potencializado, uma vez que a umidade relativa do ambiente é elevada, e a temperatura média encontra-se em torno de 28 °C, associado ao fato da impossibilidade de remoção física do micélio do limbo foliar e de outros órgãos afetados pela chuva (MENEZES, 2005).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e contrastes ortogonais contemplando o comportamento médio de oito progênes de cajueiro (geração F_1) em relação à severidade do oídio ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio – Severidade do oídio			
		Período vegetativo	Período de florescimento	Período de frutificação	Aspecto da castanha
Ano (A)	1	0,472**	34,261**	15,235**	0,162 ^{ns}
Progênie (P)	7	0,127 ^{ns}	0,229**	0,588**	0,312**
A x P	7	0,188*	0,125 ^{ns}	0,157 ^{ns}	0,061**
Bloco	3	1,383	0,258	0,049	0,004
Resíduo	221	0,071	0,077	0,095	0,033
Média	-	0,45	1,17	2,07	2,35
CV (%)	-	28,88	23,22	2,35	10,92

^{ns}Não significativo; **, * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O desempenho dos genótipos de cajueiro no período vegetativo sofreu efeitos da interação entre progênie (constituição genética) e ano de avaliação, sendo que, na safra 2013, as progênie originadas dos cruzamentos 'CCP 76' x *A. microcarpum*, 'CCP 76' x 'BRS 226', e 'CCP 76' x 'HAC 222/4' evidenciaram sintomas menos severos à ocorrência do oídio em relação ao mesmo período na safra 2012 (Figura 1a). Já na safra 2012, foram constatados níveis mais severos do oídio no florescimento em relação à safra 2013; contudo, as progênie não evidenciaram comportamento per se expressivamente distinto ao longo das safras, o qual não foi estatisticamente significativo (interação ano vs. progênie), com notas médias de severidade variando de 0,78 a 1,41, resultando na discriminação de apenas duas classes fenotípicas. Vale destacar que as plantas da progênie 'BRS 226' x 'HAC 238/4' não desenvolveram a doença durante o período vegetativo em nenhuma das safras consideradas.

O oídio provoca uma acentuada variegação na epiderme do pedúnculo e afeta negativamente as características biométricas das castanhas e das amêndoas, sendo o nível de influência genótipo-dependente (CARDOSO et al., 2013; SERRANO et al., 2013). Nesse sentido, na safra 2013, as progênie evidenciaram maior sensibilidade ao oídio durante o período de frutificação em comparação a 2012 e apresentaram maior variabilidade de comportamento. Possivelmente, isso foi atribuído ao fato de, no ano de 2013, a chuva acumulada ter sido sensivelmente superior ao verificado no ano de 2012 (913,1 mm e 504,0 mm, respectivamente), fazendo com que a interação genótipo x patógeno x ambiente fosse mais expressiva, culminando no maior estabelecimento do oídio no cajueiral e consequente expressão da variabilidade genética das progênie quanto à resistência a essa doença. A análise de contrastes ortogonais revela que as diferenças de desempenho entre as progênie quanto à ocorrência do oídio se mostraram mais expressivas no período de frutificação e quanto ao aspecto da castanha colhida (Tabela 2).

Buscando um maior entendimento da dinâmica da expressão da severidade dos sintomas provocados pela ocorrência do oídio nas

plantas de cajueiro consideradas nessa avaliação, na Figura 1*b*, é apresentada a frequência de indivíduos por classe – 0, 1, 2, 3 e 4. É possível constatar que o número de indivíduos classificados ao longo das cinco classes de avaliação consideradas é variável conforme o período específico de desenvolvimento considerado, a constituição genotípica da população e o ano de cultivo, sendo observado desde plantas com ausência de sintomas (classe 0) até plantas severamente afetadas pela ação do patógeno (classe 4). Esse comportamento é também observado quando se avalia a distribuição de frequência de indivíduos para a severidade das doenças antracnose e mofo-preto (Figuras 2*b* e 3*b*, respectivamente). Logo, esse comportamento sugere que a reação dos genótipos de cajueiro avaliados à infecção pelos fungos causadores do oídio, antracnose e mofo-preto pode estar associada à natureza quantitativa da resistência a essas doenças, sendo a severidade minimizada mediante a ação de genes de resistência horizontal, altamente influenciados pelas condições do ambiente de cultivo. Contudo, ao observar o desempenho médio das populações ao longo das safras e nos diferentes estádios de avaliação, associado à distribuição de frequência (Figuras 1, 2 e 3), verifica-se a maior ocorrência de indivíduos com desempenho entre os escores 0 a 3, revelando a tendência da distribuição unimodal positiva em muitas das situações consideradas. Logo, com base nessa avaliação inicial, verifica-se que as populações segregantes avaliadas foram obtidas a partir de cruzamentos realizados entre genitores portadores de algum grau de resistência para o oídio, antracnose e para o mofo-preto.

Os cruzamentos formados pelo genitor 'Embrapa 51' apresentaram progênes mais sensíveis ao oídio, que evidenciaram notas médias de severidade superiores. Já o genitor 'BRS 226' proporcionou a formação de progênes mais resistentes, que tenderam a receber menores notas de severidade nos estádios de frutificação e quanto ao aspecto da castanha. Os desempenhos das progênes formadas pelos cruzamentos 'CCP 76' x 'BRS 226' e 'BRS 226' x 'HAC 238/4' sugerem a existência de complementaridade entre esses genitores para genes de resistência ao oídio. Já os cruzamentos 'CCP 76' x 'HAC 222/4', 'CCP 76' x 'Embrapa 51', e 'BRS 226' x 'Embrapa 51' mostraram contrastes

significativos para a maior sensibilidade à doença das suas progênes, confirmada pelas análises de médias (Figura 1). As progênes 'CCP 76' x *A. microcarpum*, 'CCP 76' x 'HAC 276/1' e 'CCP 76' x 'BRS 253' tiveram comportamento intermediário em relação às demais progênes avaliadas, apresentando sensibilidade em níveis menos expressivos.

Confirmando os resultados obtidos no presente estudo, ao avaliar 11 clones de cajueiro quanto à reação ao oídio em três ciclos de produção, Pinto (2016) classificou o clone 'BRS 226' no conjunto de genótipos mais resistentes. Logo, além do desempenho por se apresentado pelo clone 'BRS 226' naquela avaliação, com base nos resultados obtidos com o presente estudo, sugere-se que genes de resistência horizontal são transmitidos às progênes originadas a partir de cruzamentos utilizando esse clone como genitor.

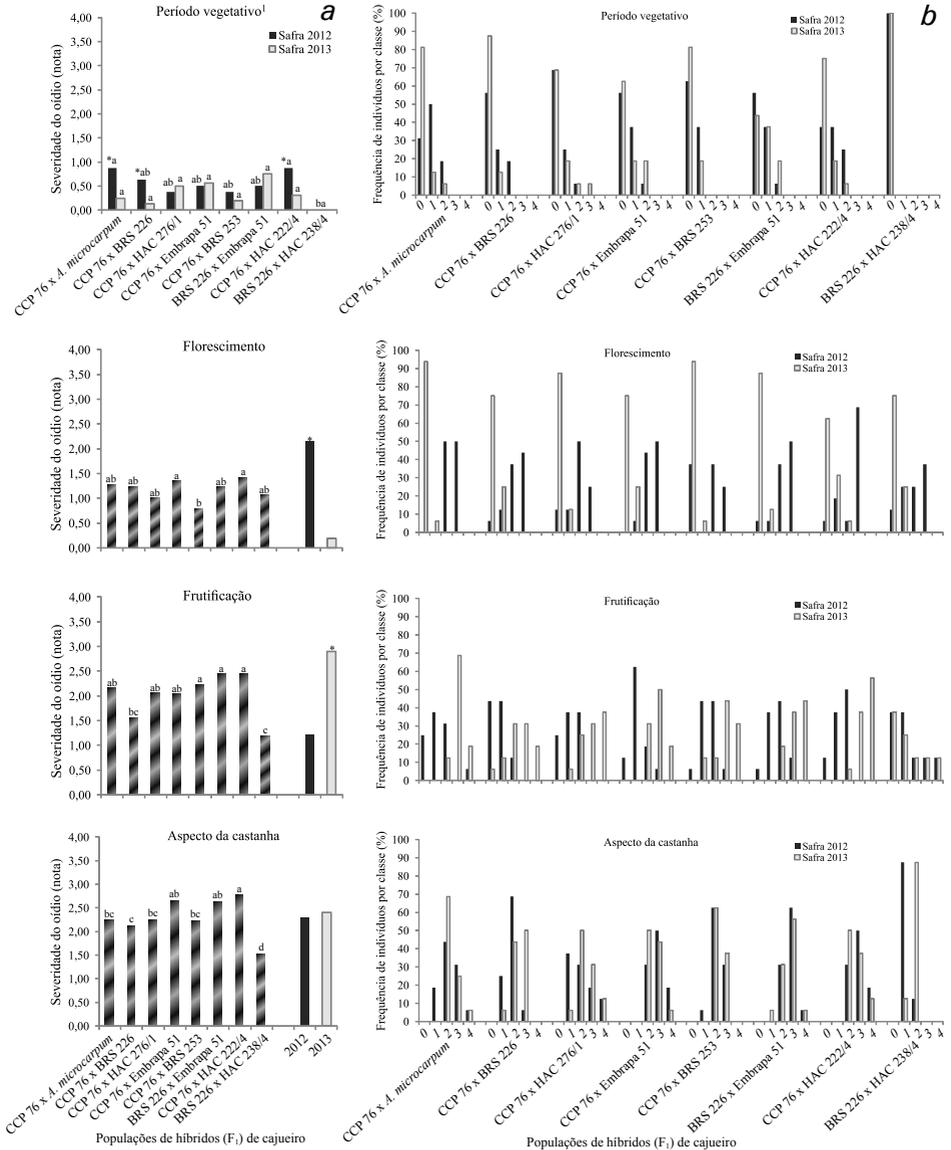


Figura 1. Desempenho de oito progênes de cajueiro (geração F₁) quanto à severidade do oídio (a) e a frequência de indivíduos por classe – 0, 1, 2, 3 e 4 (b) ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

*Significativo pelo teste Tukey ($p > 0,05$) na comparação de médias entre safras.

⁽¹⁾ Comparação entre as médias das progênes em cada safra de cultivo separadamente.

Tabela 2. Contrastes ortogonais contemplando o comportamento médio de oito progênes de cajueiro (geração F₁) e respectivos genitores (comportamento indireto) em relação à severidade do oídio ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

Contraste (A x B)	Severidade do oídio (nota de 0 a 4)							
	Período vegetativo		Período de florescimento		Período de frutificação		Aspecto da castanha	
	A	B	A	B	A	B	A	B
CCP 76 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,46	0,42 ^{ns}	1,17	1,17 ^{ns}	2,08	2,02 ^{ns}	2,36	2,27 ^{**}
Embrapa 51 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,58	0,41 [*]	1,28	1,13 ^{ns}	2,23	2,01 [*]	2,64	2,24 ^{**}
BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,40	0,48 ^{ns}	1,19	1,16 ^{ns}	1,84	2,18 ^{**}	2,21	2,42 ^{**}
BRS 226 <i>versus</i> CCP 76	0,42	0,48 ^{ns}	1,17	1,16 ^{ns}	2,02	2,18 [*]	2,27	2,42 ^{**}
Embrapa 51 <i>versus</i> CCP 76	0,63	0,45 ^{ns}	1,22	1,14 ^{ns}	2,44	2,09 ^{ns}	2,63	2,31 ^{**}
BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51	0,25	0,53 ^{ns}	1,17	1,34 ^{ns}	1,44	2,03 ^{**}	1,92	2,65 ^{**}
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> CCP 76	0,38	0,48 ^{ns}	1,22	1,16 ^{ns}	1,56	2,18 ^{**}	2,11	2,42 [*]
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> BRS 226	0,38	0,42 ^{ns}	1,22	1,17 ^{ns}	1,56	2,02 ^{ns}	2,11	2,27 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> CCP 76	0,53	0,45 ^{ns}	1,34	1,14 ^{ns}	2,03	2,09 ^{ns}	2,65	2,31 ^{**}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> Embrapa 51	0,53	0,63 ^{ns}	1,34	1,22 ^{ns}	2,03	2,44 ^{ns}	2,65	2,63 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51	0,63	0,53 ^{ns}	1,22	1,34 ^{ns}	2,44	2,03 ^{ns}	2,63	2,65 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> BRS 226	0,63	0,25 ^{**}	1,22	1,17 ^{ns}	2,44	1,44 ^{**}	2,63	1,92 ^{**}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,63	0,43 ^{ns}	1,22	1,16 ^{ns}	2,44	2,01 [*]	2,63	2,30 ^{**}
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,38	0,47 ^{ns}	1,22	1,16 ^{ns}	1,56	2,14 [*]	2,11	2,38 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,53	0,44 ^{ns}	1,34	1,14 ^{ns}	2,03	2,07 ^{ns}	2,65	2,30 ^{**}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> CCP 76 x BRS 226	0,63	0,38 ^{ns}	1,22	1,22 ^{ns}	2,44	1,56 ^{**}	2,63	2,11 ^{**}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> CCP 76 x BRS 226	0,53	0,38 ^{ns}	1,34	1,22 ^{ns}	2,03	1,56 ^{ns}	2,65	2,11 ^{**}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51 x CCP 76	0,63	0,53 ^{ns}	1,22	1,34 ^{ns}	2,44	2,03 ^{ns}	2,63	2,65 ^{ns}
BRS 226 x HAC 238 4 <i>versus</i> BRS226	0,00	0,50 ^{ns}	1,06	1,22 ^{ns}	1,19	2,00 ^{**}	1,52	2,37 ^{**}
BRS 226 x HAC 238 4 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,00	0,49 ^{ns}	1,06	1,18 ^{ns}	1,19	2,13 ^{**}	1,52	2,40 ^{**}
CCP 76 x <i>A. microcarpum</i> <i>versus</i> CCP76	0,56	0,44 ^{ns}	1,28	1,15 ^{ns}	2,16	2,06 ^{ns}	2,23	2,39 ^{ns}
CCP 76 x <i>A. microcarpum</i> <i>versus</i> demais cruzamentos	0,56	0,44 ^{ns}	1,28	1,15 ^{ns}	2,16	2,05 ^{ns}	2,23	2,36 ^{ns}
CCP 76 x HAC 276 1 <i>versus</i> CCP 76	0,44	0,47 ^{ns}	1,00	1,21 ^{ns}	2,06	2,08 ^{ns}	2,24	2,39 ^{ns}
CCP 76 x HAC 276 1 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,44	0,46 ^{ns}	1,00	1,20 ^{ns}	2,06	2,07 ^{ns}	2,24	2,36 ^{ns}
CCP 76 x BRS 253 <i>versus</i> CCP 76	0,28	0,50 ^{ns}	0,78	1,25 ^{ns}	2,22	2,05 ^{ns}	2,22	2,39 ^{ns}
CCP 76 x BRS 253 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,28	0,48 ^{ns}	0,78	1,23 ^{ns}	2,22	2,04 ^{ns}	2,22	2,37 ^{ns}
CCP 76 x HAC 222 4 <i>versus</i> CCP 76	0,59	0,44 ^{ns}	1,41	1,13 ^{ns}	2,44	2,01 ^{ns}	2,77	2,29 ^{**}
CCP 76 x HAC 222 4 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,59	0,43 ^{ns}	1,41	1,13 ^{ns}	2,44	2,01 [*]	2,77	2,29 ^{**}

^{ns} Não significativo; **, * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. As letras "A" e "B" representam os conjuntos de genótipos considerados em cada contraste analisado.

A antracnose mostrou-se mais severa no florescimento (nota média: 0,65), com menores notas médias atribuídas no período vegetativo (0,39) e na frutificação (0,41), conforme Tabela 3. As condições mais favoráveis para a infecção pelo fungo *C. gloesporioides* são temperaturas variando de 22 °C a 28 °C e pelo menos 10 h de saturação por umidade (FREIRE et al., 2002). Essas condições são contempladas no Nordeste brasileiro durante o período de chuvas e logo após seu término, coincidindo com o período de novos lançamentos florais – período vegetativo e florescimento (CARDOSO et al., 2013).

Tabela 3. Resumo da análise de variância contemplando o comportamento médio de oito progênes de cajueiro (geração F₁) em relação à severidade da antracnose ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio – Severidade da antracnose		
		Período vegetativo	Período de florescimento	Período de frutificação
Ano (A)	1	5,274**	1,108**	0,292 ^{ns}
Progênie (P)	7	0,318**	0,450**	0,261*
A x P	7	0,178*	0,132 ^{ns}	0,120 ^{ns}
Bloco	3	0,021	0,682	0,391
Resíduo	221	0,085	0,102	0,085
Média	-	0,39	0,65	0,41
CV (%)	-	33,03	31,59	32,25

^{ns}Não significativo; **, * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A variabilidade genética para a severidade dos sintomas da antracnose se mostrou relativamente reduzida, uma vez que, nos três estádios de avaliação, constatou-se a formação de apenas duas classes fenotípicas entre as progênes avaliadas (Figura 2a).

Busca por Fontes de Resistência a Doenças de Importância na Cultura do Cajueiro com Base no Comportamento de Progênes

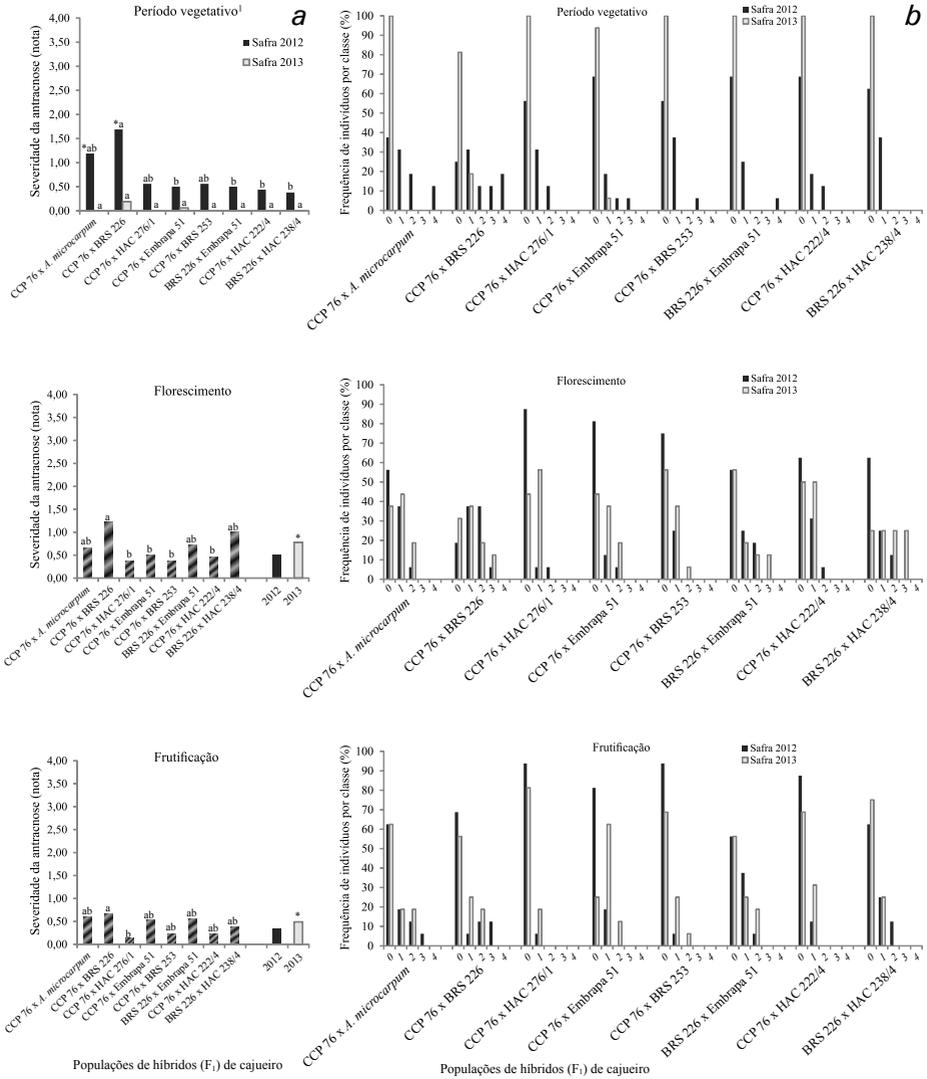


Figura 2. Desempenho de oito progênes de cajueiro (geração F_1) quanto à severidade da antracnose (a) e a frequência de indivíduos por classe – 0, 1, 2, 3 e 4 (b) ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

*Significativo pelo teste Tukey ($p > 0,05$) na comparação de médias entre safras. Médias das progênes identificadas com letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

⁽¹⁾ Comparação entre as médias das progênes em cada safra de cultivo separadamente.

Na avaliação realizada contemplando o período vegetativo das plantas, constatou-se a interação entre progênie e ano de avaliação quanto à severidade da antracnose (Tabela 3). Na safra 2013, as plantas praticamente não apresentaram sintomas da doença, com exceção das progênies 'CCP 76' x 'BRS 226' e 'CCP 76' x 'Embrapa 51', que evidenciaram sintomas pouco expressivos (notas médias de 0,19 e 0,06, respectivamente), conforme Figura 2a. Possivelmente, as condições de ambiente na safra 2013 não favoreceram a manifestação expressiva da doença, pois, na safra 2012, as plantas evidenciaram sintomas significativos de antracnose nesse mesmo estágio, com destaque às progênies 'CCP 76' x 'BRS 226' (1,69), 'CCP 76' x *A. microcarpum* (1,19), 'CCP 76' x 'HAC 276/1' (0,56), e 'CCP 76' x 'BRS 253' (0,56), que apresentaram maior sensibilidade à doença.

Na safra 2013, foram verificados sintomas mais severos de antracnose durante o florescimento e na frutificação em comparação aos mesmos períodos na safra 2012. No ano de 2013, a estação chuvosa se estendeu até a segunda quinzena de julho (chuva acumulada: 913,1 mm) no Município de Pacajus, com volume de chuva significativamente superior ao constatado em 2012 (chuva acumulada: 504,0 mm), cujas chuvas ocorreram até o início da segunda quinzena de junho. Logo, a maior disponibilidade hídrica por um período mais extenso pode ter contribuído para o estabelecimento mais tardio da antracnose na safra 2013 em comparação a 2012.

As plantas da progênie 'CCP 76' x 'BRS 226' também apresentaram sensibilidade à antracnose nos períodos de florescimento e frutificação, revelada pelas maiores notas médias atribuídas à severidade dos sintomas entre as progênies avaliadas, e com base na análise dos contrastes ortogonais (Figura 2a e Tabela 4).

Tabela 4. Contrastes ortogonais contemplando o comportamento médio de oito progênies de cajueiro (geração F₁) e respectivos genitores (comportamento indireto) em relação à severidade da antracnose ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

Contraste (A x B)	Severidade da antracnose (nota de 0 a 4)					
	Período vegetativo		Período de florescimento		Período de frutificação	
	A	B	A	B	A	B
CCP 76 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,23	0,33 ^{ns}	0,81	0,48*	0,50	0,34 ^{ns}
Embrapa 51 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,25	0,46 ^{ns}	0,72	0,62 ^{ns}	0,56	0,36 ^{ns}
BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,69	0,28**	1,15	0,50**	0,56	0,53 ^{ns}
BRS 226 <i>versus</i> CCP 76	0,43	0,28 ^{ns}	0,60	0,68 ^{ns}	0,39	0,55 ^{ns}
Embrapa 51 <i>versus</i> CCP 76	0,27	0,44 ^{ns}	0,61	0,66 ^{ns}	0,55	0,36*
BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51	0,51	0,33 ^{ns}	0,98	0,48**	0,56	0,34 ^{ns}
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> CCP 76	0,94	0,33**	1,22	0,48**	0,66	0,34**
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> BRS 226	0,94	0,23**	1,22	0,81*	0,66	0,50 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> CCP 76	0,28	0,46 ^{ns}	0,50	0,62 ^{ns}	0,53	0,36 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> Embrapa 51	0,28	0,25 ^{ns}	0,50	0,72 ^{ns}	0,53	0,56 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51	0,25	0,28 ^{ns}	0,72	0,50 ^{ns}	0,56	0,53 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> BRS 226	0,25	0,69 ^{ns}	0,72	1,15 ^{ns}	0,56	0,56 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,25	0,41 ^{ns}	0,72	0,63 ^{ns}	0,56	0,39 ^{ns}
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,94	0,31**	1,22	0,56**	0,66	0,38*
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,28	0,41 ^{ns}	0,50	0,67 ^{ns}	0,53	0,39 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> CCP 76 x BRS 226	0,25	0,94**	0,72	1,22**	0,56	0,66 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> CCP 76 x BRS 226	0,28	0,94**	0,50	1,22**	0,53	0,66 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51 x CCP 76	0,25	0,28 ^{ns}	0,72	0,50 ^{ns}	0,56	0,53 ^{ns}
BRS 226 x HAC 238/4 <i>versus</i> BRS226	0,19	0,59 ^{ns}	1,00	0,97 ^{ns}	0,38	0,61 ^{ns}
BRS 226 x HAC 238/4 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,19	0,41 ^{ns}	1,00	0,62 ^{ns}	0,38	0,42 ^{ns}
CCP 76 x <i>A. microcarpum</i> <i>versus</i> CCP76	0,59	0,40 ^{ns}	0,66	0,59 ^{ns}	0,59	0,35 ^{ns}
CCP 76 x <i>A. microcarpum</i> <i>versus</i> demais cruzamentos	0,59	0,36 ^{ns}	0,66	0,64 ^{ns}	0,59	0,38 ^{ns}
CCP 76 x HAC 276/1 <i>versus</i> CCP 76	0,28	0,46 ^{ns}	0,39	0,64 ^{ns}	0,13	0,44**
CCP 76 x HAC 276/1 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,28	0,41 ^{ns}	0,39	0,68*	0,13	0,46**
CCP 76 x BRS 253 <i>versus</i> CCP 76	0,28	0,46 ^{ns}	0,38	0,65 ^{ns}	0,22	0,43 ^{ns}
CCP 76 x BRS 253 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,28	0,41 ^{ns}	0,38	0,69*	0,22	0,44 ^{ns}
CCP 76 x HAC 222/4 <i>versus</i> CCP 76	0,22	0,48 ^{ns}	0,47	0,63 ^{ns}	0,22	0,43 ^{ns}
CCP 76 x HAC 222/4 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,22	0,42 ^{ns}	0,47	0,67 ^{ns}	0,22	0,44 ^{ns}

^{ns}Não significativo; ** Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. As letras "A" e "B" representam os conjuntos de genótipos considerados em cada contraste analisado.

As progênes 'CCP 76' x 'HAC 276/1' e 'CCP 76' x 'BRS 253' apresentaram menor severidade de sintomas de antracnose nos três estádios de avaliação, sugerindo, portanto, a presença de genes de resistência nessas progênes.

Ao avaliar clones de cajueiro quanto à reação a antracnose, Viana et al. (2011) constataram que os clones 'CCP 76' e 'Embrapa 51' apresentam certo grau de resistência a essa moléstia. Na presente avaliação, constatou-se que as progênes formadas por esses genitores tenderam a apresentar plantas com sintomas menos severos da antracnose em relação aos cruzamentos contemplando o genitor 'BRS 226', que deu origem a progênes mais sensíveis. Dessa forma, os clones 'CCP 76' e 'Embrapa 51' podem ter contribuído com genes de resistência à antracnose no que diz respeito a sintomas expressos na flor, nos pedúnculos e castanhas-de-caju.

A severidade dos sintomas do mofo-preto se mostrou decrescente ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas, com médias iguais a 1,16; 0,83 e 0,21 para os períodos vegetativo, florescimento e frutificação, respectivamente (Tabela 5). Isso se deve ao fato de o fungo *P. anacardii* iniciar a infecção em plantas de cajueiro no início do período chuvoso, atacando as folhas adultas, atingindo seu máximo desenvolvimento ao término desse período, não sendo constatada a infecção em folhas jovens e estruturas reprodutivas (CARDOSO et al., 2013; FREIRE et al., 2012).

A progênie 'CCP 76' x 'BRS 226' revelou elevada sensibilidade ao mofo-preto no período vegetativo (severidade média: 1,78); contudo, diferindo estatisticamente apenas das progênes 'BRS 226' x 'HAC 238-4' e 'CCP 76' x 'BRS 253' mais tolerantes (0,75 e 0,88, respectivamente) (Figura 3a e Tabela 6). No período de florescimento, a severidade do mofo-preto foi decorrente da interação entre os fatores progênie e ano de avaliação, sendo constatados sintomas muito tênues dessa doença na safra 2012. Contudo, na safra 2013, a progênie 'CCP 76' x 'BRS 226' foi a menos afetada pela ocorrência do mofo-preto (severidade média: 0,88), enquanto as progênes 'BRS 226' x 'Embrapa 51'

e 'CCP 76' x 'Embrapa 51' se mostraram sensíveis a essa doença (2,75 e 2,38, respectivamente). Dessa forma, as progênes geradas pelo genitor 'Embrapa 51' tenderam a evidenciar maior sensibilidade ao mofo-preto no período de florescimento em comparação àquelas oriundas dos genitores 'BRS 226' e 'CCP 76', cujas progênes se mostraram menos sensíveis à ocorrência da doença nesse estágio, com base na análise de médias e contrastes ortogonais.

Tabela 5. Resumo da análise de variância contemplando o comportamento médio de oito progênes de cajueiro (geração F₁) em relação à severidade do mofo-preto ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio – Severidade do mofo-preto		
		Período vegetativo	Período de florescimento	Período de frutificação
Ano (A)	1	0,068 ^{ns}	23,913 ^{**}	0,415 ^{**}
Progênie (P)	7	0,348 [*]	0,379 ^{**}	0,047 ^{ns}
A x P	7	0,259 ^{ns}	0,420 ^{**}	0,018 ^{ns}
Bloco	3	0,058	0,065	0,162
Resíduo	221	0,152	0,069	0,048
Média	-	1,16	0,83	0,21
CV (%)	-	31,81	24,65	26,90

^{ns}Não significativo; **, * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Apesar da elevada sensibilidade observada nas plantas da progênie 'CCP 76' x 'BRS 226' no período vegetativo, essa condição foi revertida ao considerar o período de florescimento. Entre outros fatores, esse comportamento pode estar relacionado à capacidade das plantas em combater o ataque do fungo, decorrente, inclusive da senescência das folhas severamente atacadas e conseqüente formação de novas folhas, as quais se mantêm sadias em função do ambiente mais seco e menos propício ao restabelecimento da relação patógeno versus hospedeiro. Já no período de frutificação, verificou-se ocorrência

de sintomas de mofo-preto ligeiramente superiores na safra 2012 em comparação a 2013 (severidade média: 0,30 e 0,12, respectivamente), contudo, as progênies apresentaram comportamento semelhante.

Dessa forma, a caracterização fenotípica de genótipos de cajueiro (clones e/ou seleções) quanto à ocorrência de oídio, antracnose e mofo-preto realizada considerando diferentes condições de cultivo, demonstram a existência de variabilidade genética passível de ser explorada via melhoramento genético (CARDOSO et al., 1997; CAVALCANTI et al., 2000; LIMA et al., 2013; PINTO, 2016; VIANA et al., 2011). Esses resultados, associados aos resultados obtidos nessa avaliação, sugerem que ganhos genéticos poderão ser obtidos na cultura do cajueiro, culminando no desenvolvimento de clones comerciais resistentes às principais doenças, a partir da realização de cruzamentos envolvendo genitores caracterizados previamente como resistentes, já identificados pela comunidade científica.

Tabela 6. Contrastes ortogonais contemplando o comportamento médio de oito progênies de cajueiro (geração F₁) e respectivos genitores (comportamento indireto) em relação à severidade do mofo-preto ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

Contraste (A x B)	Severidade do mofo-preto (nota de 0 a 4)					
	Período vegetativo		Período de florescimento		Período de frutificação	
	A	B	A	B	A	B
CCP 76 <i>versus</i> demais cruzamentos	1,02	1,08 ^{ns}	1,08	0,83 ^{ns}	0,19	0,19 ^{ns}
Embrapa 51 <i>versus</i> demais cruzamentos	1,16	1,22 ^{ns}	1,38	0,68 ^{**}	0,22	0,22 ^{ns}
BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	1,44	1,06 ^{ns}	0,48	1,22 ^{**}	0,26	0,19 ^{ns}
BRS 226 <i>versus</i> CCP 76	1,19	1,10 ^{ns}	0,77	1,10 ^{ns}	0,21	0,21 ^{ns}
Embrapa 51 <i>versus</i> CCP 76	1,11	1,18 ^{ns}	1,30	0,66 ^{**}	0,21	0,21 ^{ns}
BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51	1,33	1,08 ^{ns}	0,84	0,83 ^{ns}	0,24	0,19 ^{ns}
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> CCP 76	1,78	1,08 ^{**}	0,47	0,83 ^{ns}	0,31	0,19 ^{ns}
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> BRS 226	1,78	1,02 ^{**}	0,47	1,08 ^{ns}	0,31	0,19 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> CCP 76	1,06	1,22 ^{ns}	1,22	0,68 [*]	0,19	0,22 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> Embrapa 51	1,06	1,16 ^{ns}	1,22	1,38 ^{ns}	0,19	0,22 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51	1,16	1,06 ^{ns}	1,38	1,22 ^{ns}	0,22	0,19 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> BRS 226	1,16	1,44 ^{ns}	1,38	0,48 ^{**}	0,22	0,26 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	1,16	1,16 ^{ns}	1,38	0,75 ^{**}	0,22	0,21 ^{ns}
CCP 76 x BRS 226 <i>versus</i> demais cruzamentos	1,78	1,06 ^{**}	0,47	0,89 ^{ns}	0,31	0,19 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> demais cruzamentos	1,06	1,17 ^{ns}	1,22	0,77 ^{ns}	0,19	0,21 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> CCP 76 x BRS 226	1,16	1,78 ^{ns}	1,38	0,47 ^{**}	0,22	0,31 ^{ns}
Embrapa 51 x CCP 76 <i>versus</i> CCP 76 x BRS 226	1,06	1,78 [*]	1,22	0,47 ^{**}	0,19	0,31 ^{ns}
Embrapa 51 x BRS 226 <i>versus</i> Embrapa 51 x CCP 76	1,16	1,06 ^{ns}	1,38	1,22 ^{ns}	0,22	0,19 ^{ns}
BRS 226 x HAC 238/4 <i>versus</i> BRS226	0,75	1,47 [*]	0,50	0,92 ^{ns}	0,13	0,27 ^{ns}
BRS 226 x HAC 238/4 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,75	1,19 ^{ns}	0,50	0,86 ^{ns}	0,13	0,22 ^{ns}
CCP 76 x <i>A. microcarpum</i> <i>versus</i> CCP76	1,38	1,16 ^{ns}	0,75	0,78 ^{ns}	0,13	0,23 ^{ns}
CCP 76 x <i>A. microcarpum</i> <i>versus</i> demais cruzamentos	1,38	1,13 ^{ns}	0,75	0,85 ^{ns}	0,13	0,22 ^{ns}
CCP 76 x HAC 276/1 <i>versus</i> CCP 76	0,94	1,24 ^{ns}	0,78	0,77 ^{ns}	0,28	0,20 ^{ns}
CCP 76 x HAC 276/1 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,94	1,19 ^{ns}	0,78	0,84 ^{ns}	0,28	0,20 ^{ns}
CCP 76 x BRS 253 <i>versus</i> CCP 76	0,88	1,26 ^{ns}	0,59	0,81 ^{ns}	0,28	0,20 ^{ns}
CCP 76 x BRS 253 <i>versus</i> demais cruzamentos	0,88	1,20 ^{ns}	0,59	0,87 ^{ns}	0,28	0,20 ^{ns}
CCP 76 x HAC 222/4 <i>versus</i> CCP 76	1,13	1,21 ^{ns}	0,81	0,76 ^{ns}	0,09	0,24 ^{ns}
CCP 76 x HAC 222/4 <i>versus</i> demais cruzamentos	1,13	1,16 ^{ns}	0,81	0,84 ^{ns}	0,09	0,23 ^{ns}

^{ns} Não significativo; **, * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. As letras "A" e "B" representam os conjuntos de genótipos considerados em cada contraste analisado.

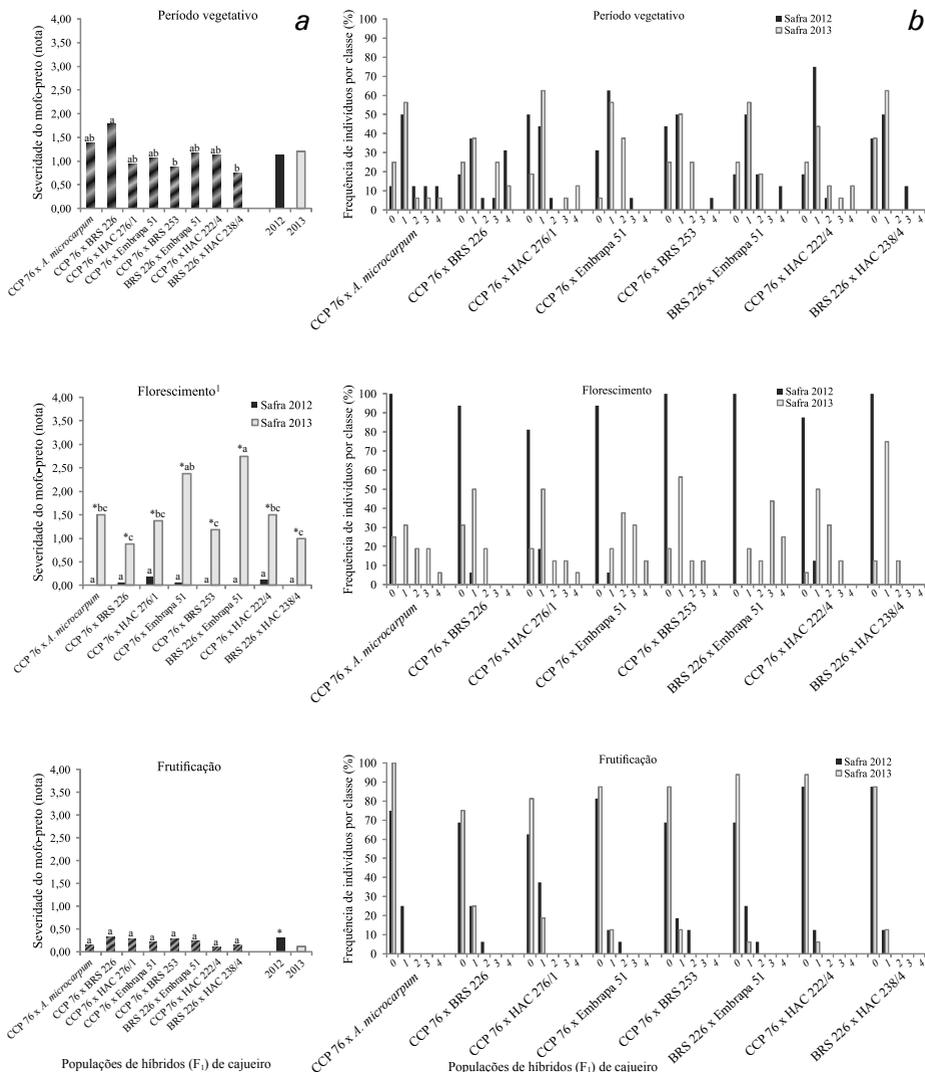


Figura 3. Desempenho de oito progênes de cajueiro (geração F_1) quanto à severidade do mofo-preto (a) e a frequência de indivíduos por classe – 0, 1, 2, 3 e 4 (b) ao longo do ciclo de desenvolvimento, com o cultivo nas safras 2012 e 2013, no Município de Pacajus, Ceará.

*Significativo pelo teste Tukey ($p > 0,05$) na comparação de médias entre safras. Médias das progênes identificadas com letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

(1) Comparação entre as médias das progênes em cada safra de cultivo separadamente.

Conclusões

As progênies 'CCP 76' x 'BRS 226' e 'BRS 226' x 'HAC 238/4' evidenciam ser de menor severidade ao oídio, enquanto 'CCP 76' x 'HAC 276/1' e 'CCP 76' x 'BRS 253' evidenciam ser de menor severidade à antracnose, sugerindo portarem genes de resistência horizontal.

As progênies 'BRS 226' x 'HAC 238/4' e 'CCP 76' x 'BRS 253' evidenciam maior resistência ao mofo-preto.

As avaliações das doenças realizadas sugerem que o clone de cajueiro-anão 'BRS 226' constitui-se em potencial fonte de resistência horizontal ao oídio, enquanto os clones de cajueiro-anão 'CCP 76' e 'Embrapa 51', para antracnose. Para o mofo-preto, não foi possível relacionar algum clone como possível fonte de resistência.

Referências

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; MARTINS, M. V. V. Doenças do cajueiro. In: ARAUJO, J. P. P. A. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Cap.2, p. 217-238.

CARDOSO, J. E.; CAVALCANTI, J. J. V.; CAVALCANTE, M. J. B.; ARAGÃO, M. L.; FELIPE, E. M. Genetic resistance of dwarf cashew (*Anacardium occidentale* L.) to anthracnose, black mold, and angular leaf spot. **Crop Protection**, v. 18, n. 1, p. 23-27, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219498000842>>. Acesso em: 26 ago. 2014.

CARDOSO, J. E.; FELIPE, E. M.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, R. N. M. **Reação de clones comerciais de cajueiro anão à antracnose e ao mofo-preto**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1997. 3 p. (Embrapa-CNPAT. Comunicado técnico, 12). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11951/1/Ct-012.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2016.

CAVALCANTI, J. J. V.; CARDOSO, J. E.; BARROS, L. M.; FELIPE, E. M. **Resistência genética de clones de cajueiro anão precoce às principais fitomoléstias**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 15 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 34). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/5486/1/Bp-034.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E.; FREITAS, J. G.; OLIVEIRA, J. N. Melhoramento do cajueiro-anão-precoce: avaliação da qualidade do pedúnculo e a heterose dos seus híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 477-480, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v24n2/a39v24n2.pdf>>. Acesso em 30 dez. 2016.

FAO. FAOSTAT. **Production crops**. 2016. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 04 set. 2016.

FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; VIANA, F. M. P. Diseases of cashew nut plants (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. **Crop Protection**, v. 21, n. 6, p.489-494, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219401001387>>. Acesso em: 26 ago. 2014.

FREIRE, F. C. O. Fungi associated with cashew inflorescences in Brazil. **Ciências Agrárias Essentia**, v. 13, n. 2, p.27-41, 2012. Disponível em: <http://www.uvanet.br/essentia/edicao_ano13n2/fungi_associate.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2014.

GUANZIROLI, C. E.; SOUZA, H. M.; VALENTE JÚNIOR, A.; BASCO, C. A. Entraves ao desenvolvimento da cajucultura no Nordeste: margens de comercialização ou aumentos de produtividade e de escala? **Revista Extensão Rural**, v. 16, n. 18, p. 96-122, 2009. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/extensaorural/art4ed18.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2014.

LIMA, J. S.; MOREIRA, R. C.; CARDOSO, J. E.; SILVA, L. G. C. **Resistência de clones de cajueiro-comum à antracnose**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 73). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90029/1/BPD13001.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2016.

LÓPEZ, A. M. Q.; LUCAS, J. A. Colletotrichum isolates related to anthracnose of cashew trees in Brazil: morphological and molecular description using LSU rDNA sequences. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 4, p.741-752, 2010a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/babt/v53n4/v53n4a01.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2014.

LÓPEZ, A. M. Q.; LUCAS, J. A. Reaction of dwarf cashew clones to *Colletotrichum gloeosporioides* isolates in controlled environment. **Scientia Agrícola**, v. 67, n. 2, p.228-235, 2010b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v67n2/a16v67n2.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2014.

MENEZES, M. Doenças do cajueiro. In: Kimati, h.; Amorim, I.; Bergamin Filho, a.; Camargo, L. E. A. Rezende. J. A. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005. Cap. 20, p.181-184. 2005.

OLIVEIRA, V. H.; COSTA, V. S. O. **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. 355 p.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M. **Clones de cajueiro: obtenção, características e perspectivas**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 2004. 26 p. (Embrapa-CNPAT. Documentos, 82). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/7886/1/doc82.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2016.

PINTO, O. R. O. **Reação de clones comerciais de cajueiro ao oídio**. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará – Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza.

RAMOS, A. D. BLEICHER, E.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; PARENTE, J. I. G.;

BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; FROTA, P. C. E.; CORRÊA, M. P. F.; PESSOA, P. F. A. P.; MELO, Q. M. S.; OLIVEIRA, V. H. **A cultura do caju**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 96 p. (Coleção Plantar, 34).

SAS INSTITUTE. **Program SAS**: getting started with the SAS Learning Edition. North Carolina: Cary SAS, 2002. 200 p.

SERRANO, L. A. L.; Vidal Neto, F. C.; Melo, D. S.; Cardoso, J. E. **Influência do oídio nas castanhas de diferentes genótipos de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 20 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 76). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/981602/1/BPD13005.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2014.

STADNIK, M. J.; MAZZAFERA, P. Interações oídio-hospedeiro. In: STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. (Ed.). **Oídios**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 79-118.

SWART, W. J. First report of powdery mildew of cashew caused by *Oidium anacardii* in South Africa. **Plant Disease**, v. 88, n. 11, p.284-284, 2004. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS.2004.88.11.1284A>>. Acesso em: 02 set. 2014.

UACIQUETE, A.; Korsten, I.; Van der Waals, J. E. Epidemiology of cashew anthracnose (*Colletotrichum gloesporioides* Penz.) in Mozambique. **Crop Protection**, v. 49, p. 66-72, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219413000525>>. Acesso em: 02 set. 2014.

VIANA, F. M. P.; Cavalcante, R. R. R.; Uchôa, c. n.; Oliveira, v. h. **Interação irrigação-clone-adubação na antracnose do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 19 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 45). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45553/1/BPD11005.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V., MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju**: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa, 2013. parte 7, capítulo 2, p.481-508.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

