



INTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS COM A RESINOSE DO CAJUEIRO

Edson Souza Alves¹, José Emilson Cardoso², Luís Gustavo Chaves da Silva³,
Joilson Silva Lima⁴

¹Mestrando em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil. E-mail: edsonalves1987@yahoo.com.br

²Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Brasil

³Pesquisador DCR do Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/Fundação Cearense de Amparo ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fortaleza, Brasil

⁴Doutorando em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em 17/06/2013 – Publicado em 01/07/2013

RESUMO

A cajucultura tem grande relevância social para o Nordeste brasileiro já que é responsável pela geração de renda para grandes, médios e pequenos produtores rurais, bem como para uma cadeia industrial, que beneficia de forma direta ou indireta uma grande parcela da população local. Porém nos últimos anos a produção vem oscilando devido à heterogeneidade de pomares antigos e a ausência de manejo adequado para a cultura. As doenças acabam por desempenharem importante papel nesse cenário. A resinose do cajueiro causada pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae* é tida como a principal doença no semiárido nordestino e caracteriza-se pela inviabilização do pomar em poucos anos. O conhecimento das condições de ambiente que possam ser associados a processos infecciosos podem auxiliar a compreensão da interação patógeno-hospedeiro. Nesse sentido, esta revisão tem como objetivo abordar as possíveis variáveis ambientais que podem estar associadas ao desenvolvimento da resinose do cajueiro. Estudos que buscam estabelecer associações entre as condições edafoclimáticas e a doença, além daqueles que procurem avaliar bioquimicamente essa interação, devem ser propostos pela importância da cajucultura para o nordeste brasileiro e da resinose para o cajueiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Anacardium occidentale*, *Lasiodiplodia theobromae*, patossistema, ambiente.

SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS RELATIONSHIP WITH CASHEW GUMMOSIS

ABSTRACT

Cashewnut crop is an important fruit crop in Northeastern Brazil for its social, labor and income source for small and average growers, as well as for the industrial chain which may benefit directly and indirectly great portion of local population. However, **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.1320 2013

for the last years, yields are oscillating due to orchard aging, high genetic heterogeneity of cashew orchards and inadequate orchard management. Diseases that are stimulated by plant stresses reach epidemic proportion. Cashew gummosis, caused by *Lasiodiplodia theobromae* is considered the most important cashew disease in the semi-arid region in Brazil. This disease may affect stressed orchards which soon become completely inviable. The knowledge of environmental relationship with diseases expression may help to understand the pathogen-host interaction. In this context, this review was devoted to present environment parameters which may be associated to gummosis epidemics. Studies searching for associations between edafo-climatic conditions and disease severity that aim to evaluate biochemically their interaction should be proposed as the importance of cashew crop and gummosis pathosystem in northeast Brazil.

KEYWORDS: *Anacardium occidentale*, *Lasiodiplodia theobromae*, pathosystem, environment.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca por ser um dos maiores produtores de castanha de caju do mundo, sendo o Nordeste responsável por quase toda a sua produção (FAO, 2012). Nessa região, a cajucultura tem grande relevância social e econômica, gerando emprego e renda para a população.

Entretanto, a produtividade nacional e a produção vêm oscilando muito nos últimos anos devido à heterogeneidade dos pomares antigos e a falta de manejo adequado para a cultura, entre outros fatores (CARDOSO et al., 2006).

Nesse contexto problemas fitossanitários surgem diante de condições favoráveis e doenças consideradas no passado como de importância secundária passam a causar grandes prejuízos, podendo chegar a perdas acima de 30% da produção (mofo-preto) ou mesmo a destruição de pomares completos, no caso a resinose (CARDOSO et al., 2006).

A resinose, causada pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae*, é apontada como a principal doença do semiárido nordestino. As condições existentes nesse ecossistema, como o estresse hídrico, tem o potencial de tornar as plantas vulneráveis à infecção do fungo causal da doença. Esta doença caracteriza-se pelo intumescimento dos tecidos do tronco e dos ramos lenhosos que, eventualmente, racham e exsudam goma característica, assumindo aspecto de cancro escuro. A disseminação da doença não é bem compreendida, apesar de ter sido o fungo isolado de semente e propágulos vegetativos, sugerindo que os materiais de propagação de plantas podem atuar como fonte primária de inóculo. No entanto, a hipótese de transmissão do patógeno por mudas assintomáticas se mostra como a principal forma de disseminação já que fora comprovada a sobrevivência endofítica de *L. theobromae* em tecidos da planta. O processo infeccioso seria induzido por estresses sofridos pelas plantas, principalmente os de ordem fisiológica (CARDOSO et al., 2009b).

Estudos apontam que o fungo *L. theobromae*, membro da família Botryosphaeriaceae, possui enorme variação nas características culturais, morfológicas entre isolados provenientes de diferentes hospedeiros em diferentes regiões geográficas, que leva a possibilidade de existir uma considerável diversidade genética do patógeno. Populações de fungo com nível acentuado de variabilidade

são difíceis de controlar, uma vez que podem suplantar mais rapidamente as medidas de controle empregadas (RAM, 1993; RIBEIRO, 2003; PEREIRA et al., 2006; LIMA, 2011).

O estresse hídrico, estresses biológicos, competição entre as plantas, plantio de variedades em áreas desfavoráveis (altitude, tipo de solo, temperatura, etc) são os principais fatores responsáveis pela expressão de doenças para muitas espécies de *Botryosphaeriaceae* (SLIPPERS & WINGFIELD, 2007). Vale salientar que algumas podem sobreviver na natureza como patógenos latentes, que também se comportam como endofíticos nos seus hospedeiros, causando infecções quiescentes por longos períodos e os sintomas aparecendo quando as condições ecológicas ou fisiológicas dos hospedeiros forem favoráveis (SMITH et al., 1996).

O desenvolvimento das doenças depende das condições de ambiente. A temperatura e a umidade são os principais fatores envolvidos no processo. A primeira afeta a germinação e o crescimento dos fungos, já a umidade é indispensável para a germinação dos esporos e penetração no hospedeiro. Além desses, a luminosidade, o pH e a fertilidade do solo, entre outros são fatores que também influenciam. A luz afeta a fotossíntese e conseqüentemente as reservas nutritivas dos hospedeiros, o que pode determinar uma eventual reação diante do ataque do patógeno. O pH do substrato influencia tanto as plantas como os patógenos, os fungos desenvolvem-se bem numa faixa entre 4,5 a 6,5, enquanto que as bactérias preferem de 6,0 a 8,0. Em relação a fertilidade do solo, alguns patógenos infectam mais severamente plantas subnutridas enquanto que outros preferem plantas vigorosas e suculentas (MICHEREFF, 2001).

As doenças caracterizadas pelo cancro e morte descendente têm o estresse hídrico como o principal fator ambiental predisponente da infecção. A seca pode exercer efeito direto sob o patógeno, outros organismos (vetores) ou ainda nas interações fisiológicas no hospedeiro (predisposição da planta ou a interação de estresses múltiplos). De certa forma, a predisposição do hospedeiro e a hipótese de estresses múltiplos podem interagir para o aparecimento de doenças (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006).

O efeito dos fatores ambientais na fisiologia da planta é bastante conhecida. A luz, a água, nutrientes, gás carbônico e o oxigênio são os principais fatores limitantes para o seu desenvolvimento (TAIZ & ZEIGER, 2009). No semiárido nordestino o estresse hídrico é um fenômeno recorrente, afetando a produção, processos bioquímicos e fisiológicos da planta (BEZERRA et al., 2007). Nesse estado, alterações químicas na planta podem proporcionar a estimulação do metabolismo e crescimento de patógenos ou diminuir a toxidade no hospedeiro (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006). Por outro lado, o solo, a altitude, o clima e a temperatura exercem influência direta sob o metabolismo da planta, podendo inclusive utilizados como indicadores de interações positivas ou negativas de processos infecciosos (SLIPPERS & WINGFIELD, 2007).

Nesse sentido, esta revisão tem objetivo de abordar as possíveis variáveis ambientais que podem estar associadas ao desenvolvimento da resinose do cajueiro, visando elucidar as interações relacionadas ao patossistema em questão. Ademais, essas informações poderão ser usadas em zoneamentos ecológicos da cultura.

CAJUEIRO

O cajueiro pertence ao gênero *Anacardium*, da família Anacardiaceae, e à espécie *Anacardium occidentale* L.. Encontrado em praticamente todo o mundo tropical, é uma planta perene e andromonóica, com mais de 90% de flores masculinas em uma mesma panícula. O fruto propriamente dito é a castanha e o pseudofruto, chamado tecnicamente de pedúnculo floral e popularmente de caju, é rico em açúcares e vitamina C (FERRÃO, 1995; MOREIRA, 2002).

O Vietnã, Nigéria, Índia, Indonésia, Costa do Marfim e o Brasil são os principais produtores de castanha de caju do mundo. A produção brasileira em 2009 foi de 220.505 toneladas, sendo que quase a totalidade desse montante foi produzida no Nordeste. Assim, a cajucultura tem grande importância na economia nordestina, principalmente pela geração de emprego e renda, além de ser uma das principais fontes geradoras de divisas para a região, apresentando enorme relevância social. Em 2010 ocupou uma área de 758.988 hectares, gerando, no setor industrial, mais de 15 mil de empregos diretos e por volta de 35 mil no setor rural (FAO, 2012).

No Brasil, o Município de Pacajus no Ceará foi um dos primeiros locais onde houve o estabelecimento de plantios sistematizados de cajueiro com fins comerciais. Foi nesse município que, em 1956, o governo federal estabeleceu uma coleção de matrizes de cajueiro, que foi objeto de investigação agrônômica, na Estação Experimental de Pacajus, pertencente ao então Ministério da Agricultura (PAIVA et al., 2003). A partir da segunda metade da década de 60, o governo criou incentivos fiscais para o plantio e beneficiamento do caju na região Nordeste. Em razão dessas oportunidades criaram-se em alguns estados, como no Piauí e Bahia, condições favoráveis à implantação de cultivos sistematizados, que passaram a ocupar extensas áreas (RIBEIRO, 2011).

A produtividade nacional, assim como a produção, vem oscilando muito nos últimos anos, principalmente devido aos pomares antigos, ausência de manejo de adubação, poda ou pulverização química, evidenciando a estagnação do cultivo do cajueiro no Brasil. Sob tais condições, severas epidemias foram observadas e doenças antes consideradas de importância secundária, passaram a causar grandes prejuízos. As perdas quantitativas e qualitativas de produção vão desde pequenas reduções no desenvolvimento da planta (e. g. mancha angular em viveiro) até na destruição de pomares completos em alguns anos (e. g. resinose). Perdas acima de 30% na produção de castanhas devido a epidemias de mofo-preto foram comprovadas em estudos desenvolvidos com o cajueiro anão-precoce (CARDOSO et al., 2006).

A influência das condições do ambiente e o aumento da área de cultivo intensivo do cajueiro são importantes na ocorrência e na severidade de todas as doenças do cajueiro. Doenças como antracnose, o mofo-preto, o oídio, a resinose, a podridão-preta-da-haste e a mancha-de-xanthomonas são aquelas que têm demonstrado acentuados surtos epidêmicos nos últimos anos em razão da expansão geográfica de cultivo e adoção de clones melhorados (MONTENEGRO et al., 2011). Nesse cenário, a resinose é apontada como a mais importante doença no semiárido nordestino (CARDOSO et al., 2009b).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos pela Embrapa Agroindústria Tropical, ao longo da última década, objetivando a elucidação dos aspectos epidemiológicos e de controle da resinose, principalmente quanto à seleção de

genótipos de cajueiro resistentes (PAIVA et al., 2002; CARDOSO et al., 2006). O clone BRS 226 é resistente à doença, sendo indicado pelo Centro Nacional de Pesquisa Agroindústria Tropical para o plantio comercial na região do semiárido do Estado do Piauí e regiões similares (PAIVA et al., 2002; PAIVA et al., 2008). CARDOSO et al., (2007) apontam o clone Embrapa 51 como uma alternativa para a resistência a resinose do cajueiro, mostrando-se também resistente à antracnose e, moderadamente, ao mofo-preto, sendo recomendado a região semi-árida do nordeste brasileiro.

GONDIM (2010) ao avaliar as bases bioquímicas da interação do cajueiro anão precoce com o fungo *L. theobromae* detectou que os teores de compostos e atividades como os de fenóis totais, taninos, peróxido de hidrogênio e de diversas outras enzimas podem sofrer alterações de formas diferenciadas nos dois clones de cajueiro infectados. No clone susceptível, CCP 76, houve um acúmulo de 20% superior de peróxido de hidrogênio que pode ser devido ao ataque do patógeno. Já no clone resistente, o BRS 226, houve um acúmulo maior de duas enzimas antifúngicas, β -1,3-glucanase e a quitinase, mostrando haver fortes evidências que a característica de resistência possa ser correlacionada com tais substâncias, em especial a quitinase.

Resinose

A resinose foi inicialmente observada no município de Alto Santo (Ceará) no ano de 1989. Na época acreditava-se tratar de uma doença restrita a plantas velhas e estressadas, entretanto logo tornou-se a principal doença do cajueiro nos grotões e chapadas do semiárido nordestino, tornando-se uma ameaça à exploração desta anacardiácea, uma vez que afeta a produtividade e longevidade dos pomares. As condições predisponentes nesses ecossistemas, caracterizadas pela frequência de estresses hídricos e a ocorrência de coleobrocas do tronco e das raízes, as quais se associam sinergisticamente, tornam as plantas altamente vulneráveis à infecção (FREIRE, 1991).

Causada pelo fungo *L. theobromae* (sin. *Botryodiplodia theobromae*), a resinose caracteriza-se pelo intumescimento dos tecidos do tronco e dos ramos lenhosos, que, eventualmente, racham e exsudam goma característica, assumindo aspecto de cancro escuro. Observa-se, sequencialmente, o bloqueio da seiva, amarelecimento da folhagem, aumento da vulnerabilidade ao estresse hídrico e morte descendente da árvore. A característica destrutiva da doença, aliada ao caráter oportunista do fungo, evidencia a predisposição das plantas ao ataque infeccioso do patógeno. Assim, supõe-se que as plantas sob qualquer tipo de estresse, tornam-se vulneráveis à doença (CARDOSO et al., 2009a).

Os sintomas iniciais da resinose geralmente ocorrem após a primeira safra comercial do cajueiro, cerca de 24 a 36 meses após o plantio. Epidemias severas vêm ocorrendo nos últimos anos como resultado de predisposição da planta ocasionada pelo estresse hídrico e pelo uso predominante de clone susceptível nos pomares, o CCP 76 (FREIRE et al., 2002; CARDOSO et al., 2006). Além disso, a baixa disponibilidade de cálcio contribui para aumentar a vulnerabilidade da planta ao ataque do fungo (CARDOSO et al., 2003). O seu caráter destrutivo, a falta de métodos de detecção precoce e de estudos sobre os mecanismos de infecção, defesa e controle, conferem elevada importância a resinose do cajueiro (CARDOSO et al., 2010).

A disseminação da doença não é bem entendida, apesar do fungo ter sido isolado de semente, sugerindo que os órgãos de propagação de plantas podem atuar como fonte primária de inóculo (FREIRE et al., 1999; CARDOSO et al., 2006). A propagação do cajueiro anão é efetuada predominantemente por meio de mudas, portanto a incidência da resinose em áreas isoladas, em elevadas proporções, suscita a hipótese de transmissão do patógeno por mudas assintomáticas, significando que *L. theobromae* sobreviveria nos tecidos da planta de forma endofítica, podendo o processo infeccioso ser induzido por estresses da planta, principalmente os de ordem fisiológica. O isolamento do fungo de tecidos de cajueiro sadio vem reforçar essa hipótese (CARDOSO et al., 2009b). FREIRE et al., (2002) sugerem ainda que o besouro da raiz, *Marshallus bondari*, possa está envolvido na disseminação da resinose. CARDOSO et al., (1998) verificaram alta eficiência na transmissão da doença por instrumento de corte, pois a severidade da doença nos troncos revelou uma tendência decrescente a partir da primeira à décima planta decepada, devido à desinfecção paulatina da motosserra no ato seqüencial dos cortes.

CYSNE et al., (2010) ao realizarem estudo epidemiológico da resinose do cajueiro em três áreas e com três clones diferentes, observaram que para o clone BRS 226 o padrão de distribuição mudou de aleatório para agregado no decorrer das avaliações. Para o clone Embrapa 51, prevaleceu o padrão aleatório, já para o FAGA 11 apresenta um caráter inicial aleatório, passando a ter posteriormente um padrão contagioso. Após 41 meses do plantio, FAGA 11 passa a assumir um modelo regular devido ao grande número de plantas afetadas pela doença, cerca de 50% da área ocupada. É provável que essa diferença esteja associada aos diferentes níveis de resistência apresentados pelos clones comerciais avaliados. No geral, observou-se que no início da epidemia predomina o modelo espacial aleatório.

O início da epidemia se dá através de plantas isoladas, reforçando a hipótese de que a principal via de transmissão da doença seja por material de propagação. Além disso, fica evidenciado também que a transmissão entre as plantas mais próximas existe, o que é uma característica de doenças de causa biótica, em que as plantas doentes influenciam a condição das plantas imediatamente adjacentes, servindo de fonte de inóculo (CYSNE et al., 2010).

Analisando a dinâmica temporal da resinose em clones de cajueiro, CYSNE et al., (2010) perceberam que a partir das análises das relações entre área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi possível tirar conclusões com relação à susceptibilidade e/ou resistência de genótipos. Em função dos níveis de resistência obtidos no experimento, pode-se afirmar que o clone BRS 226 despontou como a principal fonte de resistência, seguido pelo clone Embrapa 51, enquanto que o FAGA 11 mostrou-se o mais susceptível.

CARDOSO et al., (2004) verificaram que há alta correlação positiva de incidência e severidade da resinose em duas áreas no Piauí, mostrando que a severidade pode ser estimada a partir da incidência. Dessa forma, o monitoramento de epidemia para programa de manejo da doença pode ser otimizado, já que o processo de avaliação de incidência é mais fácil e rápido quando comparado com o de severidade.

Em relação ao manejo da resinose, várias medidas podem ser adotadas. CARDOSO et al., (2009a) propõem algumas ações baseadas em cada um dos princípios gerais de controle de fitodoenças, como: produção de mudas de cajueiro livres do patógeno; eliminação de ramos e árvores infectadas com a posterior

desinfecção dos instrumentos de poda, aplicação de calcário ou gesso agrícola, utilização de clones resistentes e adaptados às condições de predisponentes (ex. BRS 226 e Embrapa 51 e uso do clone CP 06 como porta-enxerto).

Lasiodiplodia theobromae

O fungo *L. theobromae* (Pat.) Griff. & Maulb. (= *Botryodiplodia theobromae* Pat.) pertence à classe dos Coelomicetos, representando o estado assexuado de *Botryosphaeria rhodina* (Berk e Cutis). Membro da família Botryosphaeriaceae, possui micélio branco-acinzentado apresentando picnídios escuros livres ou agregados. Em folhas, ramos e frutos são imersos, tornam-se posteriormente erumpentes com os conídios exsudando em massas escuras (PUNITHALINGAM, 1976; RODRIGUES, 2003).

Os conídios podem atingir 30 µm de comprimento e 15 µm de largura, com coloração variando do hialino, quando jovens, ao marrom escuro, quando atingem a maturidade. À medida que os conídios amadurecem, além de se tornarem marrom-escuro, ganham estrias longitudinais e se tornam bicelulares (PUNITHALINGAM, 1980). A presença do septo transversal é uma característica típica dos esporos deste fungo e, portanto, um caráter taxonômico importante (CEDENO et al., 1995).

O fungo foi primeiramente descrito causando a podridão dos frutos de cacau no Equador no ano de 1892 (PUNITHALINGAM, 1980). Nos últimos anos, o fungo vem se tornando importante para diversas culturas, encontrando-se disseminado em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (CARDOSO et al., 1998). Sua infecção geralmente está associada com plantas estressadas ou submetidas a ferimentos, podendo causar os mais variados sintomas como tombamento de plântulas, cancrios em diversos tecidos, podridão de raízes, frutos e sementes, gomose, murcha e queima foliar, além de outros (PUNITHALINGAM, 1976; GONDIM, 2010). Os sintomas característicos podem se desenvolver rapidamente e causar grandes perdas em extensas áreas se o agente de estresse for generalizado (COAKLEY et al., 1999).

Vários trabalhos apontam variação nas características culturais e morfológicas entre isolados de *L. theobromae* provenientes de diferentes hospedeiros e cultivados em regiões geográficas distintas, demonstrando haver diversidade genética do patógeno. De modo geral, os micro-organismos apresentam grande variabilidade o que pode refletir em sua morfologia, fisiologia e patogenicidade (RAM, 1993; RIBEIRO 2003; PEREIRA et al., 2006; LIMA 2011).

Estudos usando técnicas de biologia molecular com *L. theobromae* resultaram no desenvolvimento e caracterização de loci contendo 28 sequências simples repetidas de bases (SSR ou microssatélites), permitindo o desenho de iniciadores específicos para amplificação de fragmentos de DNA do referido fungo (CARDOSO & WILKINSON, 2008; MELO, 2010). FARIAS (2008) e MELO (2010) ao estudarem isolados obtidos de frutíferas tropicais e de plantas de cajueiro, respectivamente, usando esses marcadores microssatélites, constaram alta diversidade genética na população do patógeno. MARQUES et al., (2010) afirmam que populações de fungo com alto nível de variabilidade são difíceis de controlar, uma vez que podem adaptar-se mais rapidamente a qualquer medida de controle, seja química ou através da introdução de hospedeiro resistente.

Conhecimentos básicos sobre a biologia populacional e genética servirão de subsídio para pesquisas que visem minimizar os prejuízos causados por *L.*

theobromae em diversas culturas, permitindo avanços no manejo ecológico e econômico dessas enfermidades (LIMA, 2011).

Estudos conduzidos pela Embrapa Agroindústria Tropical revelaram um aumento no número de hospedeiros e na severidade do ataque desse fitopatógeno em diversas culturas brasileiras, em especial da região nordeste. Este efeito pode ser causado por pressões ambientais, especialmente nas regiões semiáridas, onde as condições climáticas lhes são favoráveis e uniformes como temperaturas elevadas, em média 28° C; umidade relativa baixa, em torno de 60%; baixa precipitação pluviométrica (TAVARES, 2003; FREIRE et al., 2004). Esses fatores juntamente com a pressão biológica de patógenos e pragas expandindo seus limites geográficos acabam por favorecer ainda mais o desenvolvimento de doenças relacionadas com Botryosphaeriaceae (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006).

Vários autores relataram a ocorrência do fungo de forma endofítica em vários hospedeiros, especialmente em espécies florestais. CILLIERS et al., (1993) relatam que as sementes de coníferas são infectadas pelo o *L. theobromae* diretamente da planta-mãe ou durante o processo de polinização a partir de grão de pólen infectado. Em *Pinus caribaea*, *P. pseudostrobus*, *P. elliotii*, *Eucalyptus urophylla* e *Acacia mangium*, o fungo foi isolado de tecidos assintomáticos e de regiões com sintomas de morte descendente (MOHALI et al., 2005). No cajueiro, CARDOSO et al., (2009b) constaram a sua ocorrência endofítica.

Fungos endofíticos são capazes de colonizar tecido vegetal saudável sem exibir patogenicidade, portanto não causam dano evidente no momento da infecção. Estes fungos que residem mais ou menos por um longo período nos tecidos da planta são comuns e muito provavelmente estão associados com todas as espécies vegetais. A natureza das relações endofíticas é variável, muitos sobrevivem como infecções latentes, como *Rhizoctonia parkeri* em *Pseudotsuga menziesii*. Patógenos latentes também se comportam como endofíticos nos seus hospedeiros, causando infecções quiescentes por longos períodos de tempo e os sintomas aparecendo quando as condições fisiológicas dos hospedeiros ou ecológicas forem favoráveis (SMITH et al., 1996).

A expressão de doenças provocadas, não só por *L. theobromae* como também por muitas espécies de Botryosphaeriaceae, depende de: estresse hídrico (mais comumente); estresses biológicos, tais como danos por outros patógenos ou insetos; competição entre as plantas; plantio de variedades em lugares desfavoráveis (altitude, tipo de solo, temperatura, etc) (SLIPPERS & WINGFIELD, 2007). MULLEN et al., (1991) analisaram efeito do estresse hídrico na patogenicidade do *L. theobromae* em *Cornus florida*, foi constatado o não desenvolvimento de cancos nas plantas inoculadas que não foram submetidas a estresse hídrico, ocorrendo inclusive a cicatrização do tecido no local da inoculação. Por outro lado, as plantas estressadas antes ou após a inoculação apresentaram cancro com até 5 cm² de área.

Uma observação intrigante em relação aos agentes patogênicos de Botryosphaeriaceae é a de que as espécies mais prejudiciais são aquelas que têm uma maior gama de hospedeiros ou vasta distribuição geográfica, como o *L. theobromae*. Explicações possíveis para o fenômeno é que, apesar do contato dos micro-organismos com os hospedeiros, os vegetais não foram capazes de desenvolver resistência, além disso, as espécies que apresentam ampla faixa de hospedeiros são mais fáceis de estabelecerem em novas áreas já que não dependem de hospedeiros específicos (SLIPPERS & WINGFIELD, 2007).

O cajueiro, a mangueira, as anonáceas, o coqueiro, as *Spondias*, a bananeira, a aceroleira e o saptizeiro são fruteiras tropicais mais comumente afetadas por este patógeno (GOOS et al., 1961; SOUZA FILHO et al., 1979; PONTE 1985; FREIRE, 1991; TAVARES, 1993; FREIRE & CARDOSO, 1997; FREIRE et al., 2003). A disseminação primária deste patógeno ocorre através da água, de sementes, insetos, animais silvestres, propágulos vegetativos, porta-enxerto e instrumentos agrícolas, *L. theobromae* pode sobreviver saprofiticamente na goma exsudada e em restos culturais no solo (CARDOSO et al., 1998; FREIRE et al., 2003; CARDOSO et al., 2004; CYSNE et al., 2010).

No cajueiro, *L. theobromae* causa a podridão-preta-da-haste e a resinose. A podridão-preta-das-hastes é caracterizada pelo escurecimento longitudinal dos tecidos da haste terminal (herbácea) com eventuais exsudações de goma em pontos específicos, podendo chegar a uma necrose total do ramo, caracterizando o sintoma de morte descendente (CARDOSO et al., 2002).

Interação ambiente-fitopatógeno

O aparecimento e o desenvolvimento de uma doença são resultantes da interação entre uma planta suscetível, um agente patogênico e fatores de ambiente favoráveis. A maioria das doenças das plantas ocorre em áreas onde o hospedeiro é cultivado, mas normalmente não acontecem epidemias severas e frequentes. A presença numa mesma área de plantas susceptíveis e patógenos virulentos nem sempre garantem numerosas infecções e, muito menos, o desenvolvimento de uma epidemia. Esse fato reforça a influência do ambiente no desenvolvimento de epidemias. O ambiente pode afetar a disponibilidade, estágio de crescimento e suscetibilidade genética do hospedeiro. Pode também interferir na sobrevivência, na taxa de multiplicação, na esporulação, na distância de disseminação do patógeno, na taxa de germinação dos esporos e na penetração. Adicionalmente, o ambiente afeta ainda o número e a atividade de vetores do patógeno (BERGAMIM FILHO et al., 1995; MICHEREFF, 2001).

Para o desenvolvimento de estratégias de controle de doenças de plantas é importante conhecer a epidemiologia do patógeno, uma vez que o conhecimento das condições favoráveis aos patógenos na interação patógeno-hospedeiro é imprescindível (PAULA et al., 2000; PESSOA et al., 2007). Dessa forma, a idade que a planta hospedeira se torna mais susceptível, a faixa de temperatura e o período de molhamento para o estabelecimento de altos níveis de doença devem ser definidos para cada patossistema (BORGES NETO et al., 2000).

A influência de fatores de ambiente no desenvolvimento de doenças tem sido objeto de estudo por diversos autores em várias culturas. O conhecimento dos efeitos da temperatura e da umidade no desenvolvimento de doenças em vários hospedeiros torna possível prevenir uma epidemia através do uso de estratégias mais eficientes de controle pela manipulação da irrigação, sistema de previsão e através do momento mais adequado de aplicação de fungicidas. A temperatura afeta a germinação e o crescimento dos fungos, enquanto a umidade é indispensável para a germinação da maioria dos esporos fúngicos e para a penetração do tubo germinativo no hospedeiro, além de aumentar a suscetibilidade a certos patógenos, afetando a incidência e a severidade da doença (AGRIOS, 2005; PESSOA et al., 2007; COSTA, 2009).

Além desses, a luminosidade, o pH, a fertilidade do solo, entre outros também são fatores que influenciam o desenvolvimento de doenças. A qualidade e a quantidade de luz disponível ao hospedeiro afeta a fotossíntese e, conseqüentemente, as reservas nutritivas, afetando também a sua reação a uma determinada doença. Já o pH influencia tanto as plantas como os patógenos. Se um pH desfavorecer a planta, poderá favorecer o patógeno. Os fungos desenvolvem-se bem numa faixa entre 4,5 a 6,5, enquanto que as bactérias preferem de 6,0 a 8,0 (MICHEREFF, 2001).

Em se tratando de fertilidade do solo, certos patógenos infectam mais severamente plantas subnutridas e outros preferem plantas vigorosas. De um modo geral, elevados teores de nitrogênio tendem a aumentar a suscetibilidade, enquanto altas concentrações de potássio reduzem a suscetibilidade (MICHEREFF, 2001). ALVARADO et al., (2007) tentaram estabelecer associação entre a podridão-mole da couve-chinesa com características de solos de Pernambuco, por outro lado RODRIGUES et al., (1996) observaram supressividade, fenômeno de alguns solos prevenirem naturalmente o estabelecimento de patógenos, à *Rhizoctonia solani* em solos com caráter álico associados a textura argilosa. Doenças provocadas por *Phytophthora*, tais como *P. cinnamomi*, são mais frequentes em solos que não apresentam boa drenagem, entretanto foram relatadas graves perdas em solos bem drenados ou em áreas secas (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006).

Análises de correlações simples foram associadas com surtos de várias doenças em anos com verões excepcionalmente quentes e secos como também com fatores ligados ao estresse hídrico (textura e profundidade de solos), agindo sinergicamente no estado fisiológico da planta. Nesses casos há a predominância de cancro e de morte descendente causada por patógenos como *Botryosphaeria*, *Sphaeropsis*, *Cytospora* e *Biscognauxia (Hypoxyton)*. A interação positiva entre seca e infecção pode ser explicada principalmente pelos efeitos indiretos da seca sobre a fisiologia do hospedeiro. *Sphaeropsis sapinea* em pinheiro, *Biscognauxia mediterrânea* em carvalhos e patógenos radiculares são alguns exemplos dessa associação. A predisposição do hospedeiro e as hipóteses de estresses múltiplos podem de certa forma interagir para o aparecimento de doenças. A situação poderá se agravar diante de um cenário de mudanças climáticas (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006).

Os autores supracitados afirmam que teoricamente existem três tipos de interações seca-doença: efeito direto da seca sobre o patógeno; efeito direto da seca sobre o patógeno associado com outras interações biológicas e efeito das interações fisiológicas no hospedeiro, dois tipos de interações podem ser distinguidas: a predisposição do hospedeiro à doença ou a ocorrência de estresses múltiplos que alterem o estado fisiológico da planta.

O efeito da seca sobre o patógeno no primeiro momento é negativo, principalmente para aqueles que dependem de água para dispersão, germinação e inoculação, no entanto doenças que apresentam estreita relação com a seca, como as causadas pelos patógenos *Hypoxyton (Biscognauxia)* ou por *Sphaeropsis sapinea*, a produção e atividade do inóculo primário (ejeção e germinação) é associada com elevada precipitação ou alta umidade (SWART & WINGFIELD, 1991).

A seca, patógenos e outros organismos podem interagir e afetar diretamente a epidemiologia de algumas doenças. É comum para doenças vectoriais, como as causadas pelo fungo *Ophiostoma ulmi*, que tem como vetores os besouros *Scolytus*

multistriatus, em *Ulmus minor*. Outras interações seriam decorrentes de relações mutualísticas ou competições entre fungos fitopatogênicos. A não formação de esporo em *Phytophthora cinnamomi* com potencial hídrico em torno de -1MPa pode ser devido a efeitos diretos de determinadas bactérias. Em contraste, a colonização de troncos de pinheiros por *Heterobasidion annosum* pode ser favorecida durante períodos de seca devido ao menor antagonismo de *Phlebiopsis gigantea* (MALAJCZUK; THEODOROU, 1979; WOODWARD et al., 1998).

Conforme já foi relatado, muitos patógenos já estão presentes no hospedeiro antes da planta ser submetida ao estresse hídrico, como saprófitos ou endofíticos. Esquemáticamente, dois mecanismos podem explicar esta predisposição: o primeiro consiste que o baixo potencial hídrico presente nos tecidos proporcione um melhor crescimento do patógeno e o segundo refere-se à diminuição da atividade de resistência à doença. Em *Biscogniauxia mediterrânea*, fungo endofítico de folhas, ramos e cascas de carvalho, foi verificada correlação significativa entre aumento de sua frequência em tecidos assintomáticos e a diminuição do potencial hídrico do hospedeiro (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006).

A temperatura e umidade são os principais fatores climáticos que interferem no ciclo de vida do fungo *Microcyclus ulei*, causador do mal das folhas da seringueira, devendo ser considerados para o manejo da doença. A temperatura afeta a formação, germinação e liberação de esporos, bem como a infecção e o desenvolvimento do fungo. A esporulação é mais abundante entre 23° e 25°C , podendo ocorrer mesmo abaixo de 20°C , com intensidade de variável, dependendo da combinação clone-isolado. Por essa razão, a temperatura média mínima é um dos critérios considerados como limitante ao desenvolvimento do *M. ulei*. Quanto a umidade, a formação de orvalho na superfície foliar por seis horas é imprescindível para o desenvolvimento da doença (GASPAROTTO et al., 1989; SILVA, 2007).

COELHO et al., (2003) ao trabalharem com ferrugem e mancha angular do feijoeiro, constaram que a faixa de temperatura de 9 a 27°C e 8 a 10 horas de molhamento foliar são propícios a ocorrência da ferrugem. A esporulação, a frequência de infecção e a porcentagem de tecido lesionado são favorecidas quando a temperatura encontra-se numa faixa de 16 a 21°C . Para a mancha angular do feijoeiro, as condições climáticas que possibilitaram a ocorrência da doença são temperaturas situadas na faixa de 8 a 30°C e molhamento foliar superior a seis horas. Os valores de temperaturas situados entre $21,1$ e $26,6^{\circ}\text{C}$ são considerados ótimos para o desenvolvimento da mancha angular.

A precipitação e a temperatura são fortemente relacionadas com a antracnose do mamoeiro (TATAGIBA et al., 2002), manchas foliares em trigo (FELÍCIO et al., 2004) e com a sigatoka negra na bananeira (FAVRETO et al., 2007). OLIVEIRA et al., (2011) registraram infecções da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibicus sabdarifa* em condições de 0 hora de molhamento foliar e temperatura de 15°C . Fato também observado a 30°C em maiores períodos de molhamento. Já TSUKAHARA et al., (2008) afirmam que temperaturas entre 15° e 25°C são as que mais favorecem o desenvolvimento da doença.

Ao avaliar a dispersão anemófila do fungo *L. theobromae* em plantações de coqueiro, CORREIA & COSTA (2005) observaram que a quantidade mensal de conídios relacionou-se de forma positiva com precipitações entre 25 e 80 mm, acima deste valor a relação foi negativa. A liberação dos conídios foi estimulada sempre que a pluviosidade atingia valores superiores a 25 mm. O ponto máximo de

liberação de esporos foi registrado em 80 mm, a partir daí os mesmos passaram a precipitar do ar.

Variáveis climáticas foram associadas à incidência de mofo-cinza em mudas de eucalipto por MAFIA et al., (2006), verificaram que as temperaturas média, máxima e mínima foram as que mais se correlacionaram e de forma negativa com a incidência da doença, sobretudo para a temperatura máxima mensal. A precipitação pluviométrica apresenta uma correlação negativa e baixa, enquanto a umidade relativa do ar apresenta correlação positiva e intermediária em relação aos valores observados para temperatura e precipitação pluviométrica.

GIACOMELLI et al., (1969) correlacionaram a incidência da gomose do abacaxi com precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa. Houve correlação simples, negativa e altamente significativa entre incidência e temperatura ($r = -0,59$) e correlações múltiplas significativas entre incidência, temperatura e umidade relativa ($r = 0,66$) e entre incidência, temperatura e precipitação ($r = 0,60$).

Para pinta-preta do mamoeiro, SUZUKI et al., (2007) constataram que a faixa de temperatura entre 25 e 30°C apresentou correlação significativa ($r = 0,68$) com a ocorrência da doença. Em se tratando do oídio, os autores supracitados encontraram forte correlação ($r = 0,85$) para a mesma faixa de temperatura, já para a umidade relativa de 60 a 70% a correlação foi de $r = 0,64$. Não foi possível estabelecer relação entre epidemias da mancha-de-ascoquita com fatores climáticos específicos.

No contexto de mudanças climáticas, o efeito de cada fator climático no progresso de doenças, em especial do cajueiro, tem sido pouco estudado, fato que limita qualquer prognóstico frente aos cenários projetados (Figura 1) pela ausência de modelos específicos. Rápidas mudanças na ampliação da área contínua cultivada, nos cultivos monoclonais, na ocorrência de novas doenças e na ocorrência de epidemias mais frequentes de doenças antes endêmicas estão sendo observadas nos últimos anos. Nos cenários climáticos futuros, para a resinose, provavelmente o aumento da incidência de eventos climáticos extremos, que proporcionarem maiores estresses à planta hospedeira, deverão contribuir para o aumento da ocorrência e severidade da doença (CARDOSO & VIANA, 2011).

A1 - descreve um mundo com rápido crescimento econômico, crescimento populacional atingindo um pico em meados do século e declinando em seguida e rápida introdução de novas e mais eficientes tecnologias. As principais características incluem a convergência entre as regiões, o desenvolvimento das capacidades e o aumento das interações culturais e sociais, com importante redução nas diferenças regionais da renda per capita. Considera direções alternativas de mudança tecnológica no sistema de energia, o que é descrito pelos três grupos que são desdobrados nessa família de cenários: A1F – intenso uso de combustíveis fósseis; A1T – ênfase no uso de fontes energéticas não-fósseis; e A1B – equilíbrio entre todas as fontes de energia.

A2 - descreve um mundo futuro muito heterogêneo, com preservação das identidades locais e da tradição. Os padrões de fertilidade entre regiões convergem muito lentamente, o que resulta em alto crescimento populacional. O desenvolvimento econômico é principalmente orientado regionalmente e o crescimento econômico per capita e a mudança tecnológica são mais fragmentados e mais lentos, comparados às outras famílias de cenário.

B1 - descreve um mundo convergente com a mesma população global, que atinge o pico em meados do século e declina em seguida, como na família A1, porém com rápida mudança nas estruturas econômicas, com redução na utilização de material e a introdução de tecnologias limpas e eficientes na utilização de recursos. A ênfase é nas soluções globais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental, incluindo a melhoria na equidade, porém sem iniciativas climáticas adicionais.

B2 - descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. É um mundo em que o crescimento populacional aumenta continuamente, a uma taxa inferior ao cenário A2, com níveis intermediários de desenvolvimento econômico e mudança tecnológica menos rápida e mais diversa, do que no B1 e A1. É orientado para a proteção do meio ambiente e a equidade social, mas com foco nos níveis local e regional.

FIGURA 1 – Principais características (linhas narrativas) das famílias de cenários do Relatório Especial sobre Emissão de Gases do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Fonte: GHINI *et al.* (2011).

Interação ambiente-planta

As plantas são organismos autotróficos que vivem entre dois ambientes inteiramente inorgânicos, retirando gás carbônico da atmosfera e água e nutrientes minerais do solo. Os vegetais são organismos que captam e utilizam luz solar para oxidar água, liberar oxigênio e reduzir CO₂, produzindo compostos orgânicos, primariamente açúcares usado no metabolismo da planta. A luz, a água, nutrientes, gás carbônico, oxigênio e a temperatura são os principais fatores limitantes para o seu desenvolvimento (TAIZ & ZEIGER, 2009). Nesse cenário, a Ecofisiologia Vegetal se destaca por tratar dos processos e das respostas das plantas em função das mudanças nos fatores de ambiente. Portanto, estão envolvidos em diversos níveis de organização o estudo descritivo

das respostas dos organismos em relação às condições do ambiente e a análise das causas de seus correspondentes mecanismos fisiológicos. Mas, não basta o esclarecimento das causas; deve-se entender o sentido exato da evolução e destacar o significado da vida do trabalho da planta em seu ambiente. Somente o conhecimento da diversidade funcional e estrutural poderá evidenciar toda a amplitude do trabalho e ciclo vital da planta sob as condições de clima (tanto sob condições naturais como em sistemas agrícolas) (CASTRO et al., 1987).

O estresse desencadeia importante mudança nesse processo, definido como um fator externo ou estressor, exerce influência desvantajosa para as plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009). O estresse pode ser biótico, quando causado pela ação de herbívoros, bactérias, fungos ou outros, ou abiótico, quando as condições climáticas ou edáficas supra ou infraótimas afetam o normal crescimento e produtividade das plantas (NIELSEN & ORCUTT, 1996).

O estresse abiótico, seja físico, seja químico, afeta adversamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas e dessa forma influi na produtividade vegetal. Extremos de temperatura, excesso ou deficiências de água, excessiva radiação, desbalanço de nutrientes (incluindo toxicidade e deficiência), salinidade e, em muitos casos, a poluição do ambiente estão entre os maiores problemas ambientais que limitam a produtividade das culturas no mundo todo. Estima-se que menos de 10% de toda a superfície arável do planeta estão livres de problemas de estresse abiótico, sendo a seca e a salinidade os principais estressores em plantas. Nos últimos anos, os problemas têm-se agravado em decorrência das anomalias climáticas, que provocam alagamentos ou secas prolongadas, de forma atípica, afetando extensas áreas de cultivo em diversas regiões, assim como o crescimento de florestas e outras plantas nativas (PRADO, 2012).

A deficiência hídrica afeta a produção, processos bioquímicos e fisiológicos das plantas. Nesse tipo de estresse a fotossíntese é geralmente reduzida, o que leva a uma diminuição na produção e consumo de fotoassimilados, alterando a partição de carboidratos nas folhas e na planta como um todo. Por outro lado, os teores de diversos solutos podem aumentar em resposta à deficiência de água. Por exemplo, aumentos nos teores de prolina e N-aminossilúveis foram detectados por alguns autores que trabalharam com deficiência hídrica em diversas espécies de plantas (AMORIM et al., 2011).

É bem conhecido que carboidratos e proteínas metabólicas são bastante sensíveis a mudanças do status hídrico da planta. Nesse estado, alterações químicas na planta podem proporcionar a estimulação do metabolismo e crescimento de patógenos ou diminuir a toxidade no hospedeiro. Por exemplo, a glicose aumenta em plantas estressadas estimulando o crescimento de *Armillaria* mesmo na presença de fenóis inibidores. Foi demonstrado que níveis de carboidratos, ácidos graxos e aminoácidos estão alterados em plantas estressadas de *Chamaecyparis lawsoniana* quando são comparadas ao controle, favorecendo o crescimento de *Armillaria mellea* e *A. gallica* nas raízes. Similarmente, em *Populus tremuloides* submetidas a estresse hídrico são encontradas grandes concentrações de prolina, asparagina e alanina que acabam por estimular o crescimento de hifas de *Entoleuca (Hypoxylon) mammata* (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006).

Somados a estes fatores, as mudanças fisiológicas podem afetar mecanismos de resistência do hospedeiro. A supressão de tais mecanismos em plantas estressadas já foi observada, como a de enzimas do hospedeiro que degradam hifas de fungo. Hifas de *Botryosphaeria dothidea* em *Betula alba* não

estressadas são finas e contorcidas quando comparadas com as estressadas (MCPARLAND & SCHOENEWEISS, 1984). A produção de compostos antimicrobianos, como as fitoalexinas, é afetada pelo status hídrico da planta (KRUGER & MANION, 1994). MADAR et al., (1995) verificaram que fitoalexinas produzidas por uma Cupressaceae, responsáveis pela inibição de *Diplodia pinea* f. sp. *cupressi*, foram encontradas em baixas concentrações em plantas estressadas quando comparadas ao controle. O processo de formação da periderme necrofilática, uma barreira contra a colonização de patógenos, foi comprometido em plantas estressadas (PURITCH & MULLICK, 1975).

A resposta ao estresse envolve três fases: a reação de alarme, fase de resistência e a exposição por um longo período aos fatores de estresses (exaustão). Tanto a infecção como o estresse hídrico são agentes promotores de estresse, reduzindo a capacidade de defesa da planta, pois ocorre a combinação desses efeitos levando mais rapidamente a exaustão do hospedeiro (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006).

Por exemplo, PAUL & AYRES (1987) demonstraram um bom exemplo com uma série de experimentos com a ferrugem que ataca a *Senecio vulgaris*, mostrando que mecanismos de defesa da planta, principalmente o aumento da relação folha-raiz, são muito menos efetivos durante a seca do que quando bem irrigadas. Mecanismos que produzem efeito sinérgico entre o déficit hídrico e a infecção em árvores já foram bem descritas em estudos com a doença holandesa do ulmeiro (DED). A cavitação é considerada um processo determinante para o murchamento, provocada pelo estresse hídrico ou DED. Plantas submetidas a estresse hídrico após serem inoculadas apresentaram aumento na severidade dos sintomas com os vasos condutores largos mais propensos a cavitação (SOLLA & GILL, 2002).

O estudo das respostas das plantas ao estresse, a nível molecular tem avançado consideravelmente nos últimos anos. Vias de sinalização e os genes envolvidos na resistência a agentes fitopatogênicos têm sido desvendado. Alguns estudos demonstraram evidência de mecanismos comuns em resposta a uma variedade de estresses. NAGY et al., (2004) demonstraram que estresse hídrico em mudas *Picea abies* induzia algumas defesas semelhantes à das infecções por patógenos, como as quitinases. A expressão de um gene de quitinase de pinheiro e outro de cistatina de castanheira demonstraram ser induzidas pela infecção de fungos bem como por estresses abióticos (PERNAS et al., 2000; LIU et al., 2005). A sobreposição das redes de sinalização ativadas por diferentes estresses pode explicar a proteção cruzada ou a tolerância cruzada, em que um determinado estresse pode induzir a resistência de outro subsequente, incluindo a seca ou um ataque de patógeno. Isso poderia explicar porque plantas levemente estressadas são mais resistentes a patógeno (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006).

BEZERRA et al., (2007) afirmam que o cajueiro se desenvolve bem em condições semiáridas, onde muitas vezes há baixa disponibilidade de água e o excesso de sal. O déficit hídrico reduz a extração de nutrientes do solo, limitando a solubilização dos mesmos no ambiente das raízes e alterando a morfologia do sistema radicular. Por outro lado, o efeito da salinidade vai depender dos tipos de sal que predominam no ambiente, que pode resultar em uma deficiência de nutrientes essenciais ou em um excesso de íons tóxicos. Segundo PRADO (2012), a acidez do solo vinculado ao excesso de alumínio e ferro restringe a absorção de água e nutrientes pela planta devido a efeitos osmóticos induzidos pelo excesso da

concentração de sais no solo. Deve ser acrescentado que esses efeitos vão depender do genótipo e da fase de desenvolvimento da planta.

CAVALCANTI et al., (2008) constataram que em clones CCP 76 de cajueiro o estresse hídrico afetou a condutância estomática e por consequência a fotossíntese. Contrariamente, AMORIM et al., (2011) ao avaliarem a produção e fisiologia de cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado, constataram que as trocas gasosas e a fotossíntese não diferiram entre os regimes hídricos, dessa forma a irrigação não proporcionou aumento na produção de castanha, os dois tratamentos apresentaram inclusive a mesma produtividade estaticamente. Apenas os teores de N-aminossolúveis e prolina apresentaram diferenças, encontrados em maiores concentrações nas plantas não irrigadas, sugerindo-se que essas variáveis possam ser utilizadas como indicadores de deficiência hídrica.

A temperatura é de suma importância para do desenvolvimento da planta porque influi diretamente nos processos respiratório e fotossintético, estando relacionada com altitude, luminosidade e ventos. O aumento da temperatura pode estar associado com um aumento no déficit na pressão de vapor atmosférico, portanto, as diminuições nas taxas fotossintéticas podem ser devido a ambos os efeitos. No entanto, para as espécies tropicais há uma ampla faixa de temperatura, de 20 a 35°C ou mesmo acima (DAMATTA, 2007; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Efeitos da temperatura na fisiologia das plantas têm sido muito relatados na literatura. Segundo CAMPOSTRINI et al., (2005) uma elevada amplitude térmica ocasiona em mamoeiro alterações fisiológicas que desencadeia na planta a Mancha Fisiológica do Mamão. PRUDENTE et al., (2011) afirmam que laranjeira quando expostas à maior amplitude térmica apresentam maior fotossíntese, sendo esta resposta causada por fatores bioquímicos (maior carboxilação) e redução da perda foliar diurna de CO₂ (menor respiração). No pinhão manso, MATOS (2010) afirma que a senescência da folha é acelerada quando a temperatura mínima e amplitude térmica alcançam valores inferiores a 10 °C e superiores a 20 °C, respectivamente.

A altitude exerce influência nos mecanismos fisiológicos dos vegetais, sendo relacionados com vários fatores climáticos (temperatura, chuva, umidade relativa, luminosidade, dentre outros). A duração do ciclo biológico da bananeira altera-se de forma substancial com as variações de altitude. Trabalhos realizados em regiões tropicais com baixas altitudes (0 a 300 m acima do nível do mar) apresentaram ciclo de produção de 8 a 10 meses, enquanto que em regiões com altitudes de 900 m, o ciclo aumentou para 18 meses. Comparações feitas entre bananais conduzidos em situações similares de cultivo, solo, chuva, umidade, evidenciaram um aumento de 30 a 45 dias no ciclo produtivo para cada 100 metros de acréscimo na altitude. Na da Colômbia, o peso médio do cacho da variedade Dominico passou de 35 kg para 10 kg com o aumento da altitude de plantio de 20 m para 19990 m (ALVES, 1997). Em mamoneira, BELTRÃO et al., (2010) verificaram o comprometimento no desenvolvimento dessas plantas em baixa altitude. GASPARI-PEZZOPANE et al., (2005) afirmam que diferenças de altitude afeta a produção em cafeeiro, LAVIOLA et al., (2008) foram além, verificaram que a duração de uma das fases de crescimento do fruto do café é retardada à medida que a altitude é aumentada.

Assim, os fatores climáticos delimitam direta ou indiretamente as zonas produtoras, enquadrando-as em aptas, marginais ou inaptas. Seus principais componentes (temperatura, precipitação, umidade relativa e luminosidade) permitem o estabelecimento e desenvolvimento do cultivo, bem como favorecem a incidência

ou a severidade do ataque de uma determinada doença ou praga (ALVES, 1997). Nesse contexto, o zoneamento agrícola é um artifício utilizado a fim de delimitar regiões, onde as condições de ambiente, solo e econômicas, caracterizem a maior probabilidade possível de sucesso em termos de produtividade e rentabilidade a uma determinada cultura (OMETTO, 1981).

A classificação climática é uma ferramenta útil, pois define em termo de temperatura, umidade e suas distribuições estacionais os limites dos diferentes tipos de climáticos que ocorrem na superfície do globo. Wilhelm Koeppen ao estabelecer sua classificação climática fez significativo avanço identificou as regiões de clima da Terra através do estudo da vegetação, associando depois os valores numéricos de temperatura e precipitação a essas regiões. Thornthwaite deu ainda um grande passo ao introduzir, além da precipitação e temperatura, a evapotranspiração potencial como elementos de classificação climática, relacionando-se com as necessidades hídricas (OMETTO, 1981).

Com bases em sistemas de informações geográficas, SILVA (2007) propôs zoneamento de risco de ocorrência do mal das folhas da seringueira, utilizando de dados de temperatura e umidade. Por outro lado, ROLIM et al., (2007) buscou relacionar classificação climática e sua aplicação na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo.

Nos últimos anos, houve um considerável progresso nas análises de padrões espaciais das epidemias. Padrão espacial na fitopatologia pode ser definido como a distribuição de plantas doentes no espaço. O desenvolvimento de isópatas é um instrumento bastante utilizado, porém com o objetivo principal de avaliar a dinâmica de focos, como o fizeram LARANJEIRA et al., (1998) para o amarelecimento letal do dendezeiro, VIDAL et al., (2004) para a meleira do mamoeiro e LARANJEIRA et al., (2004) para a clorose variegada dos citros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resinose do cajueiro caracteriza-se pela predisposição da planta provocada por estresses incitados pelo ambiente, aliada ao caráter oportunista do *L. theobromae*, agente causador da doença, no entanto esse fenômeno não foi totalmente elucidado. O desencadeamento de doenças ocasionadas por fungos endofíticos, como o *L. theobromae*, depende de: estresse hídrico, estresses biológicos, competição entre as plantas e o plantio em lugares desfavoráveis. Para a resinose, todos esses fatores, em especial características de altitude, tipos de solo, amplitude térmica, além de outros, devem ser analisados para determinar algum tipo de associação com a doença. Por outro lado, torna-se necessário uma avaliação bioquímica mais detalhada da interação do fungo com o cajueiro.

Portanto, todos esses esforços devem ser somados no intuito de elucidar o patossistema em questão, já que em algumas regiões do semiárido nordestino a doença compromete os pomares em poucos anos, causando enormes prejuízos sociais e econômicos para as populações que dependem da cajucultura para obterem sustento.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.

ALVARADO, I. C. M.; MICHEREFF, S. J.; MARIANO, R. L. R.; SILVA, A. M. F.; NASCIMENTO, C. W. A. Caracterização de solos de Pernambuco quanto à supressividade a *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.222-228, 2007.

ALVES, E. J. **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: Embrapa SPI, 1997. 585p.

AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Produção e fisiologia de plantas de cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 10, p. 1014-1020, 2011.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P.; BRITO NETO, J. F.; AMORIM, M. L. C. M.; ROCHA, M. S.; SILVA, W. A.; SILVA, F. V. F.; SILVA, F. M. O. Comportamento de cultivares de mamoneira em diferentes altitudes. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1218-1223.

BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L.; **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1995. 919p.

BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. ABREU, C. E. B.; PRISCO, J. T. Physiology of cashew plants grown under adverse conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Rio Claro, v. 19, n.4, p. 449-461, 2007.

BORGES NETO, C. R.; MELLO, S. C. M.; RIBEIRO, Z. M. A.; ÁVILA, Z. R.; MALTY, J.; FONTES, E. M. G. Influência da idade da planta, período de umidificação e concentração de inóculo no desenvolvimento de sintomas provocados por *Cercospora caricis* em tiririca. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 138-142, 2000.

CAMPOSTRINI, E.; LIMA, H. C.; OLIVEIRA, J. G.; MONNERAT, P. H.; MARINHO, C. S. Teores de Ca e variáveis meteorológicas: relações com a incidência da mancha fisiológica do mamão no norte fluminense. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.4, p. 601-613, 2005.

CARDOSO, J. E.; BEZERRA, M. A.; VIANA, F. M. P.; SOUSA, T. R. M.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C. Ocorrência endofítica de *Lasiodiplodia theobromae* em tecidos de cajueiro e sua transmissão por propágulos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 4, p. 262-266, 2009b.

CARDOSO, J. E.; CYSNE, A.Q.; COSTA, J.V.T.A.; VIANA, F. M. P. Método de avaliação da resistência de clones de cajueiro à resinose. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 4, p. 329-333, 2010.

CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O.; SÁ, F. T. Disseminação e controle da resinose em troncos de cajueiro decepados para substituição de copa. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 48-50, 1998.

CARDOSO, J. E.; PAIVA, J.R.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, A.A.; VIDAL, J.C. Evaluation of resistence in dwarf cashew to gummosis in north-eastern Brazil. **Crop Protection**, Oxford, v. 25, p. 855-859, 2006.

CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; ROSSETTI, A. G.; VIDAL, J. C. Relationship between incidence and severity of cashew gummosis in semiarid North-eastern Brazil. **Plant Pathology**, Reading, v. 53, p. 363-367, 2004.

CARDOSO, J.E.; VIANA, F. M. P.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C.; SOUSA, R. N. M. **Clone Embrapa 51: uma alternativa para a resistência à Resinose do Cajueiro**. Fortaleza: Embrapa – CNPAT, 2007. 3 p. (Comunicado Técnico, 130).

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; FREIRE, F.C.O.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F.C.; CAVALCANTI, J. J. V. **Manejo da Resinose no Cajueiro**. Fortaleza: Embrapa - CNPAT, 2009a. 3 p. (Comunicado Técnico, 154).

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do cajueiro do Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. **Impactos das Mudanças Climáticas sobre Doenças de Importantes Culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. Cap.9, p. 161-176.

CARDOSO, J.E.; VIDAL, J.C.; SANTOS, A. A.; FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P. First report of black dieback of cashew caused by *Lasiodiplodia theobromae* in Brazil. **Plant Disease**, v. 86, p. 558, 2002.

CARDOSO, J. E.; WILKINSON, M. J. Development and characterisation of microsatellite markers for the fungus *Lasiodiplodia theobromae*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 1, p. 55-57, 2008.

CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Potafos, 1987, 249p.

CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BARROS JÚNIOR, G. Fisiologia do cajueiro anão precoce submetido à estresse hídrico em fases fenológicas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p. 42-53, 2008.

CEDENÓ, L.; CARRERO, C.; MOHALI, S.; PALACIOS-PRÜ, E.; QUINTERO, K. Muerte regressiva em parchita causada por *Lasiodiplodia theobromae* em Venezuela. **Fitopatologia Venezolana**, v. 8, n. 1, p. 7-10, 1995.

CILLIERS, A. A Review of *Lasiodiplodia theobromae* with particular reference to its occurrence on coniferous seeds. **South African Forest Journal**, Pretoria, v. 166, p. 47-52, 1993.

COAKLEY, S. M.; SCHERM, H.; CHAKRABORTY, S. Climate change and plant disease management. **Annual Review of Phytopathology**, v. 37, p. 399-426, 1999.

COELHO, R. R.; VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W.C.; PAUL, P. A.; ZAMBOLIM, Z.; BARRETO, R. W. Determinação das condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da ferrugem e da mancha angular do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, n.5, p. 508-514, set./out., 2003.

CORREIA, M. S; COSTA, J. L. S. Dispersão anemófila do fungo *Lasiodiplodia theobromae* em plantações de coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.2, p. 150-154, mar./abr., 2005.

COSTA, V.S.O. **Etiologia e aspectos epidemiológicos da morte descendente e podridão peduncular em mangueira no Nordeste do Brasil**. 2009. 82f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

CYSNE, A. Q; CARDOSO, J. E.; MAIA, A. H. N.; FARIAS, F. C.; Spatial-temporal Analysis of Gummosis in Tree Cashew Clones at Northeastern Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 158, p. 676-682, 2010.

DAMATTA, F. M. Ecophysiology of tropical tree crops: an introduction. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 239-244, 2007.

DESPREZ-LOUSTAU, M. L.; MARÇAIS, B.; NAGELEISEN, L. M.; PIOU, D.; VANINI, A. Interactive effects of drought and pathogens in Forest trees. **Annals of Forest Science**, v.63, p. 597-612, 2006.

FAO. FAOSTAT. Roma. 2012. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org> >. Acessado em: 14 mar. 2012.

FARIAS, F. B. **Detecção da diversidade e associação de *Lasiodiplodia theobromae* com o cajueiro utilizando marcadores microssatélites**. 2008. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

FAVRETO, R.; MODEL, N. S.; TONIETTO, A. Sigatoka negra, fatores do ambiente e sistemas agroflorestais em bananais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 13, n. 1-2, p. 95-104, 2007.

FELÍCIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; CASTRO, J. L.; GERMANI, R. Rendimento de grãos de trigo e sua relação com as doenças e variáveis climáticas em Capão Bonito de 1994 a 2001. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 93-103, 2004.

FERRÃO, J. E. M.; **O Cajueiro: *Anacardium occidentale* L.** Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1995. 299p.

FREIRE, F.C.O. A resinose do cajueiro. **Caju Informativo**, Fortaleza: Embrapa-CNPCa, v. 4, n. 1, p. 1-2, Dezembro, 1991.

FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E. Doenças das *Spondias* - cajarana (*S. cytherea* Sonn.), cajazeira (*S. mombin* L.), ciriguela (*S. purpurea* L.), umbu (*S. tuberosa* A. Cam.) e umbuguela (*Spondias* spp.) no Brasil. **Agrotropica**, v. 9, n. 2, p. 75-82, 1997.

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.

FREIRE, F. C. O.; KOZAKIEWICZ, Z.; RUSSELL, R.; PATERSON, M. Mycoflora and mycotoxins of Brazilian cashew kernels. **Mycopathologia**, v. 145, n. 2, p. 95-103, 1999.

FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P. **Doenças de fruteiras tropicais de interesse agroindustrial**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 687p.

FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A. **Novos hospedeiros dos fungo *Lasiodiplodia theobromae* no estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa - CNPAT, 2004. 6 p. (Comunicado Técnico, 91).

GASPARI-PEZZOPANE, C. *et al.* Influências ambientais no rendimento intrínseco do café. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 38-50, 2005.

GASPAROTTO, L.; ZAMBOLIM, L.; MAFFIA, L. A.; VALE, F. X. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Efeito da temperatura e umidade sobre infecção de seringueira (*Hevea* ssp.) por *Microcyclus ulei*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 14, p. 38-41. 1989.

GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. **Impactos das Mudanças Climáticas sobre Doenças de Importantes Culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. 357p.

GIACOMELLI, E. L.; PINTO, H. S.; ROESSING, C. **Correlação entre a incidência da gomose do abacaxi e precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa, na região de Limeira, SP**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1969, 4 p. (Nota Técnica, 3).

GONDIM, D.M.F. **Bases bioquímicas da interação do cajueiro anão precoce com o fungo *Lasiodiplodia theobromae* causador da resinose**. 2010. 142f. Tese (Doutorado em Bioquímica e Biologia Molecular) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

GOOS, R. D.; COX, E. A.; STOTZKY, G. *Botryodiplodia theobromae* and its association with *Musa* species. **Mycologia**, v. 53, p. 262-277, 1961.

KRUGER, B. M.; MANION, P. D. Antifungal compounds in aspen: effect of water stress. **Canadian Journal Botanic**, v. 72, p. 454-460, 1994.

LARANJEIRA, F. F.; BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L.; GOTTWALD, T. R. Dinâmica Espacial da Clorose Variegada dos Citros em Três Regiões do Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n.1, jan./fev., 2004.

LARANJEIRA, F. F.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; BERGER, R. D.; HAU, B. Análise espacial do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, 1998.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D. MENDONÇA, S. M.; ROSADO, L. Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Bioscience Journal**, v. 24, n.1, p. 19-31, jan./mar., 2008.

LIMA, J. S **Diversidade cultural, morfológica e patogênica de isolados de *Lasiodiplodia theobromae* associado a frutíferas tropicais**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

LIU, R.J.; EKRAMODDOULLAH, A. K .M.; ZAMANI, A. A class IV chitinas gene is up-regulated by fungal infection and abiotic stress and associated with slow-canker-growth resistance to *Cronartium ribicola* in western white pine (*Pinus monticola*), **Phytopathology**, v. 95, p. 284–291, 2005.

MADAR, Z.; SOLEL, Z.; RIOV, J.; SZTEJNBERG, A. Phytoalexin production by cypress in response to infection by *Diplodia pinea* f. sp. *cupressi* and its relation to water stress. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 47, p. 29-38, 1995.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A.A.; FERREIRA, E.M.; SOUZA, F.L. Variáveis climáticas associadas à incidência de mofo-cinzento em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, mar./abr., 2006.

MALAJCZUK, N.; THEODOROU, C. Influence of water potential on growth and cultural characteristics of *Phytophthora cinnamomi*. **Transactions of the British Mycological Society**, v.72, p. 15-18, 1979.

MARQUES, M. W.; LIMA, N. B.; GONÇALVES, A. M.; SILVA, M. B.; FILHA, M. S. X.; LIMA, W. G.; CÂMARA, M. S. Compatibilidade vegetativa de isolados de *Lasiodiplodia theobromae* associados à cultura da mangueira. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 5., 2010, Recife. **Resumos...** Recife: UFRPE, 2008, 3 p.

MATOS, F. S. **Caracterização fisiológica da senescência foliar em populações de *Jatropha curcas* L.** 2010. 58 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

McPARTLAND, J. M.; SCHOENWEISS, D. F. Hyphal morphology of *Botryosphaeria dothidea* in vessels of unstressed and drought-stressed stems of *Betula alba*. **Phytopathology**, v. 74, p. 358-362, 1984.

MELO, J. G. M. **Diversidade genética de *Lasiodiplodia theobromae* associado ao cajueiro**. 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. **Proteção de Plantas na Agricultura Sustentável**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2001. 368p.

MOHALI, S.; BURGESS, T.I.; WINGFIELD, M.J. Diversity and host association of the tropical tree endophyte *Lasiodiplodia theobromae* revealed using simple sequence repeat markers. **Forest Pathology**, Blackwell Verlag, Berlin, v. 35, p. 385-396, 2005.

MONTENEGRO, A. A. T. *et al.* **Plantio, manejo e comercialização da cultura do caju anão precoce**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2011. 123p.

MOREIRA, A. A. **O Cajueiro: vida, uso e histórias**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002. 160p.

MULLEN, J.M.; GILLIAM, C.H.; HAGAN, A. K.; MORGAN-JONES, G. Canker of dogwood caused by *Lasiodiplodia theobromae*, a disease influenced stress or cultivar selection. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, p. 886-889, 1991.

NAGY, N. E.; FOSSDAL, C. G.; DALEN, L. S.; LONNEBORG A.; HELDAL, I.; JOHNSEN, O. Effects of *Rhizoctonia* infection and drought on peroxidase and chitinase activity in Norway spruce (*Picea abies*). **Physiological Plant**, v.120, p.465-473, 2004.

NILSEN, E. T.; ORCUTT, D. M. **The physiology of plants under stress: abiotic factors**. New York: John Wiley & Sons, 1996. 689p.

OLIVEIRA, C. A.; SOUZA, P.E.; POZZA, J.E.B.P.; BARRETTI, P.B. Efeito de variáveis ambientais, épocas e métodos de plantio na intensidade da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa*. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.2, p. 101-106, 2011.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1981. 440p.

PAIVA, J. R.; CARDOSO, J. E.; BARROS, L. V.; CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; ALENCAR, E. S. **Clone de Cajueiro-Anão Precoce BRS 226 ou Planalto: Nova Alternativa para o plantio na Região Semi-Árida do Nordeste**. Fortaleza: Embrapa – CNPAT, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 78).

PAIVA, J.R.; CARDOSO, J.E.; MESQUITA, A. L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, A. A. Desempenho de clones de cajueiro anão-precoce no semi-árido nordestino. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.39, p.295-300, abr./jun. 2008.

PAIVA, J.R.; CRISÓSTOMO, J. R.; BARROS, L. V. **Recursos genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização**. Fortaleza: Embrapa – CNPAT, 2003. 42 p. (Documentos, 65).

PAUL, N. D.; AYRES, P. G. Water stress modifies intraspecific interference between rust (*Puccinia lagenophorae* Cooke) infected and healthy groundsel (*Senecio vulgaris* L.). **New Phytologist**, v. 106, p. 555–566, 1987.

PAULA, H.; MICHEREFF, S.J.; COSTA, V. S. O.; LARANJEIRA, D.; OLIVEIRA, S. M. A. Variabilidade de aislamientos de *Curvularia eragrostidis* que causan atizomamiento de las hojas de mame (*Dioscorea cayennensis*) en Pernambuco, Brasil. **Boletín Micológico**, Valparaíso, v.11, n.1, p.85-92, 2000.

PEREIRA, A. L.; SILVA, G. S.; RIBEIRO, V. Q. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 572-578, 2006.

PERNAS, M.; SANCHEZ-MONGE, R.; SALCEDO, G. Biotic and abiotic stress can induce cystatin in chestnut. **FEBS lett.** v. 467, p. 206–210, 2000.

PESSOA, W. R. L. S.; OLIVEIRA, S. M. A.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H.; SANTOS, A. M. G. Efeito da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões de *Colletotrichum musae* em banana. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p. 147-151, 2007.

PONTE, J. J. Uma nova doença da ateira (*Annona squamosa*) e da gravioleira (*A. muricata*) causada por *Botryodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 10, p. 689-690, 1985.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas: Diagnose foliar em frutíferas**. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda., 2012. 579p.

PRUDENTE, D. A.; RIBEIRO, R. V.; BUENO, A. C. R.; MACHADO, E. C.; MACHADO, D. F. S. P. Variação da fotossíntese de laranja devido a amplitude térmica diária. *In*: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. 1 CD-ROM.

PUNITHALINGAM, E. **Botryodiplodia theobromae**. **CMI. Description of Pathogenic Fungi and bacteria**. Commonwealth Mycological Institute. Ferry Lane, Kew, Surrey, England, n. 519, 1976. 3 p.

PUNITHALINGAM, E. **Plant diseases attributed to Botryodiplodia theobromae**. Vaduz: Pat. J. Cramer, 1980. 123 p.

PURITCH, G.S.; MULLICK, D.B. Effect of water stress on the rate of non-suberized impervious tissue formation following wounding in *Abies grandis*. **Journal of Experimental Botanic**, v. 26, p. 903–910, 1975.

RAM, C. Características culturais, esporulação e virulência do “Strain” do *Botryodiplodia theobromae*, agente casual da queima-das-folhas do coqueiro (*Cocos nucifera*). **Fitopatologia Brasileira**. v. 18, p. 143-146. 1993.

RIBEIRO, J. L. **Cajuína**: Informações Técnicas para a Indicação Geográfica de Procedência do Estado do Piauí. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2011. 99p.

RIBEIRO, I. J. A. Doenças e Pragas. IN: POMMER, C. V. (ed.). **Uva. Tecnologia de Produção, Pós-colheita, Mercado**. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 2003. p. 525–568.

RODRIGUES, F. A.; CORRÊA, G. F.; SANTOS, M. A.; BORGES FILHO, E.L. Fatores envolvidos na supressividade à *Rhizoctonia solani* em alguns solos tropicais sob vegetação natural. **Anais...** 13^o Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, Águas de Lindóia, Solo-Suelo 96. Campinas: SBCS, Piracicaba: ESALQ-USP, 1996. CD-ROM.

RODRIGUES, R. **Caracterização morfológica e patológica de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., agente causal das podridões de tronco e raízes da videira**. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2003.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L.; Classificação climática de Koppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

SILVA, L.G.C. **Zoneamento do risco de ocorrência do mal das folhas da seringueira com base em sistemas de informações geográficas**. 2007. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J. Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. **Fungal Biology Reviews**, Amsterdam, v.21, p. 90-106, 2007.

SMITH, H.; WINGFIELD, M. J.; PETRINI, O. Botryosphaeria dothidea endophytic in Eucalyptus grandis and Eucalyptus nitens in South Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 89, p. 189-195, 1996.

SOLLA, A.; GIL, L. Influence of water stress on Dutch elm disease symptoms in *Ulmus minor*, **Canadian Journal Botanic**, v. 80, p. 810–817, 2002.

SOUZA FILHO, B. F.; SANTOS FILHO, H. P.; ROBBS, C. F. Etiologia da queima das folhas do coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**. v. 4. p. 5-10. 1979.

SUZUKI, M. S.; ZAMBOLIM, Z.; LIBERATO, J. R. Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. **Summa Phytopathologica**. v. 33, n.2, p. 167-177, abr./jun., 2007.

SWART, W. J.; WINGFIELD, M. J., Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. **Plant Disease**, v. 75, p. 761–766, 1991.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TATAGIBA, J. S.; LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; COSTA, H. Controle e condições climáticas favoráveis à antracnose do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 2, mar./abr. 2002.

TAVARES, S. C. C. H. *Botryodiplodia theobromae* Lat. em mangueira no submédio São Francisco. II. Condições Predisponentes - Controle. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 15, n. 1, p. 147-152, 1993.

TAVARES, S. C. C. H. **Perigo ronda as frutas**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 23p.

TSUKAHARA, R.Y.; HIKISHIMA, M.; CANTERI, M.G. Relações entre o clima e o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em duas regiões do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.1, p. 47-52, jan./mar., 2008.

VIDAL, C. A.; LARANJEIRA, F. F.; NASCIMENTO, A. S.; HABIBE, T. C. Distribuição Espacial da Meleira so Mamoeiro em Zonas de Trópico Úmido e Trópico Semi-Árido. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.3, mai./jun., 2004.

WOODWARD, S.; STENLID, J.; KARJALAINEN, R.; HÜTTERMANN, A. *Heterobasidion annosum* biology, ecology, impact and control. **CAB Internacional**, Oxon, v. 17, p. 105-124, 1998.