

# Impactos das Mudanças Climáticas sobre Doenças de Importantes Culturas no Brasil

Editores: Raquel Ghini, Emília Hamada & Wagner Bettiol

**Embrapa**

Impactos das mudanças climáticas sobre  
doenças de importantes culturas no Brasil

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Meio Ambiente  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil

**Editores**  
*Raquel Ghini  
Emília Hamada  
Wagner Bettiol*

*Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, SP  
2011*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Meio Ambiente**

Rodovia SP 340 - km 127,5 - Tanquinho Velho  
Caixa Postal 69 13820-000 Jaguariúna, SP  
Fone: 19-3311-2700 Fax: 19-3311-2740  
sac@cnpma.embrapa.br  
www.cnpma.embrapa.br

**Comitê de Publicações**

*Marcelo Augusto Boechat Morandi (Presidente)*  
*Adriana M. M. Pires*  
*Lauro Charlet Pereira*  
*Vera Lúcia S. S. de Castro*  
*Maria Conceição P. Y. Pessoa*  
*Nilce Chaves Gattaz*  
*Luiz Alexandre Nogueira de Sá*  
*Maria Amélia de Toledo Leme*  
*Sandro Freitas Nunes.*

Normalização bibliográfica  
*Maria Amélia de Toledo Leme*

Editoração eletrônica e tratamento das imagens  
*Edil Gomes*

Foto da capa  
*Daniel Toyos Hinz*

**1ª edição**  
(2011)

**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 Meio Ambiente

---

Ghini, Raquel  
Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil / editores Raquel Ghini, Emília Hamada, Wagner Bettiol. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011.  
356 p.

ISBN 978-85-85771-51-5

1. Mudança climática. 2. Doença de planta. I. Hamada, Emília. II. Bettiol, Wagner. III. Título.

CDD 632.3

---

© Embrapa 2011

# Autores

## **Acelino Couto Alfenas**

Engenheiro Florestal, Ph.D. em Patologia Florestal, professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG  
aalfnas@ufv.br

## **Adriano Márcio Freire Silva**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE  
adriano@cpac.embrapa.br

## **Álvaro Figueredo dos Santos**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR  
alvaro@cnpf.embrapa.br

## **Ângela Diniz Campos**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fisiologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS  
angela@cpact.embrapa.br

## **Antonio Alberto Rocha Oliveira**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Biologia Pura e Aplicada, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA  
alberto@cnpmf.embrapa.br

## **Aristoteles Pires de Matos**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA  
apmatos@cnpmf.embrapa.br

## **Armando Bergamin Filho**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, professor da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP  
abergami@esalq.usp.br

## **Bernardo Ueno**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS  
berueno@cpact.embrapa.br

## **Celso Garcia Auer**

Engenheiro Florestal, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR  
auer@cnpf.embrapa.br

## **Davi Theodoro Junghans**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA  
davi@cnpmf.embrapa.br

## **Dulce Regina Nunes Warwick**

Engenheira Agrônoma, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE  
dulce@cpac.embrapa.br

## **Edineide Eliza de Magalhães**

Bióloga, mestranda em Agronomia da Universidade do Estado da Bahia (UNEB)  
edineide.fito@yahoo.com.br

**Edna Dora Martins Newman Luz**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora do Centro de Pesquisas do CACAU (CEPEC), Ilhéus, BA  
ednadora@yahoo.com.br

**Eduardo Chumbinho de Andrade**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA  
eandrade@cnpmf.embrapa.br

**Elena Charlotte Landau**

Bióloga, Doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG  
landau@cnpms.embrapa.br

**Elizabeth de Oliveira**

Bióloga, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG  
beth@cnpms.embrapa.br

**Emília Hamada**

Engenheira Agrícola, Doutora em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP  
emilia@cnpma.embrapa.br

**Fernando Tavares Fernandes**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitopatologia, pesquisador aposentado da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG  
fernandotfernandes@gmail.com

**Flávia Rodrigues Alves Patrício**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora do Instituto Biológico, Campinas, SP  
flavia@biologico.sp.gov.br

**Flávio Dessaune Tardin**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG  
tardin@cnpms.embrapa.br

**Francisco Marto Pinto Viana**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Proteção de Plantas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE  
fmpviana@cnpat.embrapa.br

**Francislene Angelotti**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE  
fran.angelotti@cpatsa.embrapa.br

**Harllen Sandro Alves Silva**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA  
harllen@cnpmf.embrapa.br

**Hélcio Costa**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER)  
helciocosta@incaper.es.gov.br

**Hermes Peixoto Santos Filho**

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA  
hermes@cnpmf.embrapa.br

**Irene M. G. Almeida**

Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências, pesquisadora do Instituto Biológico, Campinas, SP  
gatti@biologico.sp.gov.br

**Jose Antonio Marengo**

Meteorologista, Ph.D. em Meteorologia, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)/ Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Cachoeira Paulista, SP  
marengo@cptec.inpe.br

**José Avelino Santos Rodrigues**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG  
avelino@cnpms.embrapa.br

**José Emilson Cardoso**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE  
emilson@cnpat.embrapa.br

**Kátia R. Brunelli**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, engenheira agrônoma da Sakata Seed Sudamerica, Bragança Paulista, SP  
katia.brunelli@sakata.com.br

**Lilian Amorim**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, professora da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP  
liamorim@esalq.usp.br

**Louise Larissa May de Mio**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, professora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR  
maydemio@ufpr.br

**Lucas da R. Garrido**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS  
garrido@cnpuv.embrapa.br

**Luis Otávio S. Beriam**

Biólogo, Doutor em Genética e Biologia Molecular, pesquisador do Instituto Biológico, Campinas, SP  
beriam@biologico.sp.gov.br

**Marcelo Augusto Boechat Morandi**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP  
mmorandi@cnpma.embrapa.br

**Marcos Silveira Wrege**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR  
wrege@cnpf.embrapa.br

**Maria Cândida de Godoy Gasparoto**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia  
mcggaspa@yahoo.com

**Marília Campos Thomaz**

Engenheira Agrícola, Engenheira da Brasil Foods S.A., São Paulo, SP  
mariliang@gmail.com

**Paulo Ernesto Meissner Filho**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA  
meissner@cnpmf.embrapa.br

**Paulo T. Della Vecchia**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Melhoramento Genético de Plantas, engenheiro agrônomo da Sakata Seed Sudamerica, Bragança Paulista, SP  
paulo.vecchia@sakata.com.br

**Raquel Ghini**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP  
raquel@cnpma.embrapa.br

**Reginaldo Gonçalves Mafia**

Engenheiro Florestal, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Fibria Celulose S.A. Centro de Tecnologia, Aracruz, ES  
rgoncalves@fibria.com.br

**Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pós-doutoranda da Universidade Federal Rural de Pernambuco  
rejanercosta@yahoo.com.br

**Ricardo Gioria**

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitopatologia, engenheiro agrônomo da Sakata Seed Sudamerica, Bragança Paulista, SP  
ricardo.gioria@sakata.com.br

**Rodolfo Araújo Loos**

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Fibria Celulose S.A. Centro de Tecnologia, Aracruz, ES  
raloos@fibria.com.br

**Romulo Fujito Kobori**

Engenheiro agrônomo, Doutor em Proteção de Plantas, gerente da Sakata Seed Sudamerica, Bragança Paulista, SP  
romulo.kobori@sakata.com.br

**Viviane Talamini**

Engenheira agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

**Wagner Bettiol**

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP  
bettiol@cnpma.embrapa.br



# Apresentação

As evidências de que ocorrerão mudanças climáticas globais, em função do aumento da concentração de gases de efeito estufa decorrentes de atividades antrópicas, têm se apresentado cada vez mais consistente e aceita pela comunidade científica internacional. Tais mudanças são relacionadas às atividades antrópicas, especialmente em relação ao uso crescente de combustíveis fósseis, desmatamentos e mudanças de uso da terra pós Revolução Industrial, com impacto crescente na concentração de CO<sub>2</sub> e outros gases na atmosfera em relação às décadas anteriores.

A agricultura brasileira vem apresentando um grande avanço nos últimos anos com a ampliação da produção e da produtividade dos diversos cultivos agrícolas. Entretanto, novos cenários podem ocorrer como decorrência das alterações climáticas e aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Por exemplo, a incidência de pragas e doenças nos cultivos agrícolas é decorrente da interação planta hospedeira, patógeno e condições ambientais. Assim, modificações na importância relativa das pragas e doenças das principais culturas podem ocorrer em um futuro próximo, com impactos positivos, negativos ou neutros.

Neste sentido, a Embrapa apresenta à sociedade, em particular à comunidade que trata da questão agropecuária no País, este livro dedicado à análise dos possíveis efeitos das mudanças globais sobre doenças de plantas para a adoção de medidas de adaptação, com a finalidade de evitar prejuízos à agricultura brasileira.

A elaboração deste trabalho é resultado do esforço integrado de especialistas de várias instituições de pesquisa e fomento, sob a coordenação da Embrapa Meio Ambiente. Esta obra visa à divulgação dos conhecimentos adquiridos sobre o tema ao público em geral, para a conscientização a respeito do problema e para subsidiar a adoção de medidas de adaptação aos impactos das mudanças climáticas sobre doenças de plantas. Pretende-se ainda com este documento chamar a atenção da importância da sustentabilidade da agricultura que constitui-se a base deste formidável complexo agroindustrial gerador de divisas, com o qual pode contar o Brasil de hoje.

Cientes destes novos desafios, os vinte capítulos desta obra foram redigidos por quarenta e oito especialistas, de diversas instituições de pesquisa, universidades e empresas da iniciativa privada do País. O primeiro capítulo enfatiza a importância do problema, os mecanismos pelos quais as

doenças podem sofrer alterações com as mudanças climáticas, os principais estudos realizados até o presente e as evidências de alterações na ocorrência e severidade de doenças de plantas ocasionadas pelas mudanças climáticas, assim como os impactos sobre o seu controle. O segundo capítulo descreve os cenários climáticos futuros projetados para o Brasil no final do século XXI, baseados no Quarto Relatório do IPCC (2007). Seguem-se dois capítulos de caráter mais amplo, abordando os impactos potenciais sobre a ocorrência de epidemias e doenças causadas por bactérias, cuja importância vem crescendo acentuadamente. Nos demais capítulos, são discutidos os impactos potenciais das mudanças climáticas sobre doenças do abacaxi, acácia-negra, alface, brássicas, cajueiro, cebola, coqueiro, eucalipto, fruteiras de caroço, mamoeiro, mandioca, mangueira, morangueiro, pínus, sorgo e videira.

Ao final dos estudos realizados, pode-se concluir que medidas urgentes dos tomadores de decisão são requeridas para manutenção ou aumento do atual status da agropecuária brasileira. Neste sentido, esta obra serve como um alerta sobre os desafios futuros à segurança alimentar nos Trópicos, mas também como um alento por deixar claro a competência e a dedicação de nossos pesquisadores e cientistas que poderão resultar em soluções para os novos desafios que as mudanças climáticas impõem.

*Celso Vainer Manzatto*

Chefe Geral, Embrapa Meio Ambiente

# Prefácio

Após a publicação do livro intitulado “Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil”, por Ghini e Hamada (2008), o assunto despertou grande atenção por parte dos fitopatologistas, agrônomos e profissionais ligados ao setor. Devido a esse interesse, foi elaborado o presente livro, seguindo a mesma metodologia, porém contemplando diferentes culturas, também de grande importância para o País.

Um aumento no número de trabalhos de pesquisa e de iniciativas de discussões a respeito do assunto foi observado, tanto no Brasil, quanto em outros países, conforme descrito no Capítulo 1. Dentre os projetos, teve início em 2009 o projeto Climapest (<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/climapest>), liderado pela Embrapa Meio Ambiente e contando com uma equipe de mais de 130 pesquisadores de diferentes instituições públicas e privadas. Uma das atividades desenvolvidas no projeto foi a atualização do banco de mapas dos cenários climáticos futuros do Brasil. Assim, os novos modelos climáticos globais apresentados no Quarto Relatório do IPCC (2007) foram utilizados como base para as discussões deste livro, conforme descrição apresentada no Capítulo 2.

*Editores*



# Sumário

- 15**      **Capítulo 1**  
Impacto das mudanças climáticas  
sobre as doenças de plantas
- 41**      **Capítulo 2**  
Projeções de mudanças climáticas para o  
Brasil no final do século XXI
- 75**      **Capítulo 3**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre epidemias de doenças de plantas
- 87**      **Capítulo 4**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças bacterianas no Brasil
- 105**     **Capítulo 5**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças do abacaxi no Brasil
- 119**     **Capítulo 6**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre a gomose da acácia-negra no Brasil
- 142**     **Capítulo 7**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças da alface no Brasil
- 145**     **Capítulo 8**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças das brássicas no Brasil
- 161**     **Capítulo 9**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças do cajueiro no Brasil
- 177**     **Capítulo 10**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças da cebola no Brasil

- 199**      **Capítulo 11**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças do coqueiro no Brasil
- 211**      **Capítulo 12**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre doenças na eucaliptocultura no Brasil
- 227**      **Capítulo 13**  
Impacto das mudanças climáticas  
sobre as doenças de fruteiras de caroço no Brasil
- 249**      **Capítulo 14**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças do mamoeiro no Brasil
- 263**      **Capítulo 15**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças da mandioca no Brasil
- 273**      **Capítulo 16**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças da mangueira no Brasil
- 285**      **Capítulo 17**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças do morangueiro no Brasil
- 305**      **Capítulo 18**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças do pínus no Brasil
- 319**      **Capítulo 19**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças do sorgo no Brasil
- 331**      **Capítulo 20**  
Impacto potencial das mudanças climáticas  
sobre as doenças da videira no Brasil

Capítulo 9

---

# Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do cajueiro no Brasil

José Emilson Cardoso

Francisco Marto Pinto Viana





## Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale*) é uma espécie nativa do Brasil, originária, provavelmente, da mata atlântica ou do litoral nordestino. Relatos inéditos dos primeiros colonizadores, atestando a disseminação e o uso da amêndoa do caju como alimento pelos nativos, das folhas e cascas como elemento tintorial e medicinal e do óleo da casca da castanha como agente abrasivo, além da ocorrência de todas as espécies de *Anacardium* no continente americano, exprimem, inquestionavelmente, a origem brasileira dessa fruta.

O cajueiro medra, espontaneamente ou sob cultivo, em largas faixas tropicais do mundo, entre os paralelos de 27°N, no sul da Flórida, e 28°S, na África do Sul (AGNOLONI; GIULLIANI, 1977). Entretanto, esta ocorrência não representa explorações comerciais, pois mesmo sendo encontrado em regiões de clima subtropical, a planta tem o seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo muito comprometido, sendo, sob condições de clima frio, inviável economicamente. Uma estação seca bem definida se constitui na condição básica para floração, polinização e formação de frutos do cajueiro (FROTA, 1988). Em regiões com elevadas precipitações pluviométricas, como na região Amazônica, a frutificação é muito comprometida, não só pela baixa emissão floral e polinização, como pela severidade das doenças. Por outro lado, a deficiência hídrica não chega a comprometer seriamente a produção, em face da resistência da espécie à seca. O cajueiro é exigente por temperaturas elevadas (>27 °C) e sensível ao frio (<22 °C) e às geadas.

O cajueiro é uma planta muito rústica e adaptada ao clima seco e quente, característico do litoral e do semiárido nordestino, onde ocorre espontaneamente ou sob cultivo em pomares consorciados ou associados às culturas anuais e pequenos animais, respectivamente.

O cajueiro, como exploração frutícola no Brasil, apresenta duas fases distintas: a fase semi-extrativa ou florestal, caracterizada pelos extensos plantios de cajueiro comum, implantados por mudas originárias de sementes de polinização aberta, sem nenhuma seleção aparente das matrizes e, conseqüentemente, de baixa produção; e a fase de fruticultura propriamente dita, cuja característica é a ênfase ao cajueiro cultivado por meio de mudas enxertadas provenientes de clones melhorados de cajueiro-anão-precoce de alta produção.

A modernização da cultura do cajueiro trouxe uma maior competitividade ao agronegócio, uma vez que promoveu atividades indiretas como a produção de mudas em viveiros, a manutenção de jardins clonais, o maior aproveitamento do pedúnculo ou pseudofruto e uma maior inserção de

pequenos produtores ao sistema produtivo. A expansão do cultivo do cajueiro-anão-precoce representa, sem dúvida, um avanço na modernização desta cultura, podendo propiciar um incremento na produtividade dos pomares e na uniformidade do produto, fatores que favorecem a todos os segmentos do agronegócio. Entretanto, esta expansão trouxe, também, como consequência, a quebra do equilíbrio biológico, com a tendência para o surgimento de novas doenças e pragas e o incremento das já existentes, que vêm se multiplicando devido à prevalência de genótipos susceptíveis na população. Soma-se a este fato a existência de poucas opções de manejo presentemente disponíveis sob as óticas da experimentação e do registro oficial de produtos químicos para a cultura. A elevada diversificação genética de outrora foi substituída pela maior homogeneidade e vulnerabilidade dos clones selecionados com vistas, principalmente, às características de produção comercial, surgindo sucessivas epidemias de doenças antes consideradas endêmicas (TEIXEIRA, 1988; CARDOSO; FREIRE, 1998; FREIRE; CARDOSO, 2002). Os primeiros relatos de ocorrência de doenças do cajueiro no Brasil foram feitos em 1898 e 1948 (NOACK, 1898; ROSSETTI, 1948), descrevendo o oídio (*Oidium anacardii*) e a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), respectivamente.

Ponte (1984) apresenta a descrição de onze doenças de origem fúngica no cajueiro no Nordeste do Brasil. Neste relato foram abordados os aspectos etiológicos, distribuição geográfica e importância econômica das doenças. Outras revisões foram feitas no final do milênio passado e início do atual, descrevendo com maior ênfase os aspectos de maior relevância técnico-científica e econômica (TEIXEIRA, 1988; FREIRE; CARDOSO, 1995; CARDOSO; FREIRE, 2002; FREIRE et al., 2002).

O cajueiro, apesar de ser uma espécie eminentemente brasileira, ainda é uma cultura relativamente nova no cenário da fruticultura nacional. Consequentemente, as mudanças climáticas poderão ser aqui enfocadas como um fator muito associado à co-evolução entre os componentes de ambiente que compõem os patossistemas mais comuns desta espécie. Exceções feitas à antracnose e ao oídio, as demais doenças podem ser consideradas muito recentes, sob a ótica da importância econômica, uma vez que pouco ou nenhum relato foi feito nesse sentido até recentemente. Portanto, as transformações experimentadas pelo sistema de exploração, passando do regime extensivo ao intensivo, certamente produzirão tão grande impacto que mascararão qualquer efeito decorrente de mudanças climáticas continentais ou globais a curto e médio prazo, impossibilitando a identificação de qual desses dois aspectos influenciou na mudança observada. Neste caso, se novas doenças surgirem, e outras já existentes se tornarem epidêmicas, será difícil o discernimento da verdadeira causa.

A produção de caju tem, anualmente, grandes expectativas em função das vicissitudes climáticas típicas da região. Em anos de chuvas normais no Nordeste (> 1.200 mm), invariavelmente, ocorrem epidemias de antracnose, mofo-preto e mancha-angular e, em consequência, sérios prejuízos são registrados, tanto no volume como na qualidade da produção (amêndoa e pedúnculo). O segmento mais prejudicado é aquele que se encontra na ponta inicial da cadeia produtiva, ou seja, os produtores, embora a indústria de processamento experimente também reduções na produtividade e, invariavelmente, seja obrigada a importar castanhas para poder honrar compromissos internacionais de mercado.

As doenças mais importantes do cajueiro são a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), o mofo-preto (*Pilgeriela anacardii*), a resinose (*Lasiodiplodia theobromae*), o oídio (*Oidium anacardii*) e a mancha-angular (*Septoria anacardii*). Conjuntamente, não se tem relatos de perdas de produção e qualidade do produto em razão destas doenças, embora, individualmente, tem-se observado perdas em torno de 40 % devido à antracnose e de até 90 % decorrentes direta e indiretamente de epidemias de mofo preto (PONTE, 1984; CARDOSO et al., 2005). Uma incidência de resinose em lavouras no Estado do Piauí registrou mais de 90 % de árvores enfermas. A ocorrência do mofo-preto vem crescendo nos últimos anos, face ao incremento do cultivo do cajueiro anão (i.e. estima-se em 10 mil ha de cajueiro anão), enquanto que, este tipo apresenta uma maior tolerância à antracnose.

Recentemente, uma bactéria, *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*, foi detectada no Nordeste, causando podridão do fruto e mancha foliar nas nervuras (VIANA et al., 2006, 2007).

A influência das condições do ambiente é extremamente importante na ocorrência e na severidade de todas as doenças do cajueiro, sendo mais importante na antracnose, mofo-preto, oídio, mancha-angular e na mancha-de-xanthomonas. Todos os eventos dos ciclos dessas doenças são críticos quanto à dependência das condições, sendo a dispersão, a germinação dos esporos e a penetração nos tecidos sequencialmente dependentes do clima. Consequentemente, as mudanças climáticas tendem a provocar rápidas mudanças nos patossistemas que envolvem o cajueiro.

O efeito de cada fator climático no progresso das doenças do cajueiro, infelizmente, tem sido muito pouco estudado, fato que limita qualquer prognóstico frente aos cenários projetados (Capítulo 2) 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.

O cajueiro apresenta uma relativa plasticidade em relação às vicissitudes climáticas, mercê de sua estrutura anatômica e fisiológica semelhante às plantas xerófitas que possibilitam a tolerância às flutuações extremas de temperatura e umidade.

A descrição das principais doenças do cajueiro sob a ótica de perspectivas de mudanças climáticas é apresentada a seguir em caráter mais especulativo pelas razões expostas.

## Doenças causadas por fungos

### Antracnose

*Colletotrichum gloeosporioides* (forma teleomórfica:  
*Glomerella cingulata*)

A antracnose é, presentemente, a mais importante doença do cajueiro no Brasil, seja pela sua ocorrência epifitótica em todas as regiões produtoras, como pelo volume de danos econômicos que provoca. Perdas de 40 % do volume total da produção já foram registradas (PONTE, 1984). Até recentemente, essa doença era tida como causada somente pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (forma teleomórfica: *Glomerella cingulata*). Entretanto, foi confirmada a ação de *Colletotrichum acutatum*, muito comum nas regiões tropicais, a qual provoca os mesmos sintomas da antracnose (PITEIRA, 2009). Esses patógenos, apesar de ocorrerem em várias espécies de plantas cultivadas, causando antracnose, são dotados de especificidade patogênica. Isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* provenientes do cajueiro revelaram-se incapazes de infectar a mangueira e a oliveira, respectivamente (ALBUQUERQUE; MENDES, 1975; PITEIRA, 2009).

*Colletotrichum gloeosporioides* sobrevive em tecidos infectados em restos de cultura no solo ou na própria planta. Não se tem registro de hospedeiros alternativos da espécie-tipo patogênica do cajueiro. Os conídios são produzidos em uma substância gelatinosa que serve para mantê-los unidos e protegidos, além de conferir uma auto-inibição da germinação, estratégia de grande importância ecológica (LOUIS et al., 1988). A disseminação dentro do pomar se processa pela água da chuva (autoinfecção) e pelo vento (aloinfecção), sendo que a primeira responde pela maior participação no processo. A presença de água livre é importante na diluição da substância gelatinosa protetora, possibilitando a dissociação dos conídios, como também a eliminação do efeito auto-inibitório. A partir de então, a umidade relativa do

ar e o orvalho tornam-se os fatores climáticos de maior importância (DODD et al., 1991). Uma vez depositados nas brotações e inflorescências novas, os conídios germinam produzindo um pequeno promicélio em cuja extremidade é formado um apressório em resposta a estímulos físico-químicos fornecidos pelo hospedeiro (HARPER; SWINBURNE, 1979). O apressório é formado sobre apenas um tubo germinativo primário por célula e, frequentemente, por conídio. A sua função é a penetração direta, rompendo a cutícula e a parede celular da epiderme. A penetração se dá mecanicamente com a ajuda de enzimas maceradoras de componentes da parede celular (CHAU; ALVAREZ, 1983; PONTE, 1984), sendo, portanto, independente da presença de ferimentos na cutícula, abertura de estômatos ou outras aberturas naturais. A formação de apressório inicia-se entre 6 a 12 h na maioria das espécies hospedeiras (EMMETT; PARBERY, 1975), embora existam variações morfológicas nos isolados de diferentes hospedeiros (CARVAJAL, 1987).

A antracnose é mais severa em tecidos jovens resultantes do fluxo que ocorre durante ou imediatamente após o período chuvoso (CARDOSO et al., 1999 e 2000). Quando o período de elevada umidade prolonga-se até o início da frutificação, as perdas na produção são mais acentuadas, podendo inclusive ser totais em algumas plantas. Estudos publicados sobre aspectos epidemiológicos como período de latência, progressão da doença no tempo e no espaço e quantificação de perdas causadas pela antracnose do cajueiro no Nordeste brasileiro são raros ou inexistentes.

O cajueiro apresenta um mecanismo fisiológico natural de defesa do agente causal da antracnose, manifestado pelo retardamento da emissão foliar enquanto persiste o período chuvoso. O déficit hídrico no solo é uma condição de estresse necessária à quebra da dormência foliar. Este fenômeno tem sido observado nos últimos anos, provocando um atraso de até dois meses no início da colheita em algumas regiões produtoras.

As mudanças climáticas previstas nos dois cenários (Capítulo 2) deverão concorrer para o incremento de epidemias de antracnose, seja pelo efeito direto na sobrevivência e disseminação do patógeno, como pela alteração fisiológica do cajueiro em resposta aos estímulos climáticos de aumento do dióxido de carbono, da temperatura e das alterações do regime pluvial. A redução da diversidade genética do cajueiro decorrente da propagação massiva de clones melhorados certamente concorrerá ainda mais para frequentes epidemias de antracnose. Estudos de genética populacional das espécies de *Colletotrichum*, causadoras da antracnose do cajueiro, deverão contribuir fortemente na elaboração de modelos de progresso no tempo, uma vez que a taxa de adaptação às mudanças depende da variabilidade genética da população.

## Mofopreto *Pilgeriella anacardii*

O mofopreto é uma doença de importância crescente no litoral nordestino, principalmente com a expansão da área cultivada com o cajueiro-anão-precoce, notadamente mais susceptível que o cajueiro comum (CARDOSO et al., 1994). Os sintomas da doença são caracterizados pelo crescimento de estruturas do fungo (micélio e conídios) na face inferior das folhas, na forma de colônias radiais, as quais, após coalescerem, assumem uma forma feltrosa, de coloração marrom-escura. A doença ocorre a partir do início do período chuvoso e atinge o ponto mais elevado exatamente ao término do mesmo, período este que coincide com o início do lançamento foliar do cajueiro (CARDOSO et al., 2000). No início da epidemia, sob condições de elevada umidade, a fase assexual predomina, enquanto que, ao final do ciclo, numerosos peritécios são produzidos sobre a superfície das lesões.

*Pilgeriella anacardii* é um fungo ectoparasita obrigatório que exerce o seu parasitismo através de haustórios que penetram nas folhas do hospedeiro pelos estômatos, daí sua localização restrita à face inferior da folha. Os primeiros estudos epidemiológicos com o mofopreto revelaram uma dependência do índice de precipitação pluvial para o seu progresso. Entretanto, investigações subsequentes são necessárias para a caracterização das epidemias (CARDOSO et al., 2000).

O mofopreto representa um exemplo típico de uma doença que se expande rapidamente no tempo e no espaço. O caráter endêmico foi inicialmente descrito (AQUINO; MELO, 1974); posteriormente, observou que a doença ficou restrita às áreas do litoral oeste do Ceará (CARDOSO et al., 2005). Presentemente, vem sendo observada em alta incidência ao longo de todo o litoral do Nordeste e na região central do Brasil (Barreiras, BA e Palmas, TO). Contudo, no semiárido essa doença é raramente encontrada, provavelmente em razão da baixa umidade do ar.

O mofopreto é altamente sensível às condições climáticas, conseqüentemente, sua progressão obedece ao mesmo raciocínio do progresso da antracnose, com um agravante ainda maior em relação ao aumento da vulnerabilidade genética, pois o cajueiro-anão-precoce é comprovadamente mais susceptível.

## Resinose *Lasiodiplodia theobromae* (sin. *Botryodiplodia theobromae*) [forma teleomórfica: *Botryosphaeria rhodina*]

A resinose do cajueiro é a doença mais importante do cajueiro no semiárido nordestino. Ela foi descrita pela primeira vez no Brasil no Nordeste,



precisamente em Alto Santo, CE (FREIRE, 1991).

*Lasiodiplodia theobromae* é capaz de infectar, isoladamente ou em associação com outros patógenos, aproximadamente 500 espécies de plantas. As fruteiras tropicais mais comumente afetadas por este patógeno são: a mangueira (TAVARES, 1994), as anonáceas (PONTE, 1985), o coqueiro (SOUZA FILHO et al., 1979), as *Spondias* (PONTE et al., 1988), a bananeira (GOOS et al., 1961), a aceroleira e o saptizeiro (FREIRE et al., 2004). Estudos genéticos e de inoculações cruzadas entre isolados desse fungo provenientes de diversos hospedeiros revelam uma grande especificidade patogênica (CARDOSO; WILKINSON, 2008; BURGESS et al., 2003). Provavelmente, nenhum outro microrganismo representa maior ameaça à fruticultura no Nordeste do que o fungo *Lasiodiplodia theobromae*, pelo caráter destrutivo dos sintomas por ele provocados, além da disseminação assintomática pelas sementes, propágulos vegetativos e porta-enxertos (CARDOSO et al., 1998).

Os primeiros sintomas da resinose se caracterizam pelo escurecimento, intumescimento e rachadura da casca, formando cancrios pronunciados no tronco e ramos lenhosos, seguido de intensa exsudação de goma. Sob a casca, observa-se um escurecimento dos tecidos, o qual se estende, até atingir a região cortical e o câmbio vascular. Com o progresso da doença, sintomas de deficiências nutricionais, murcha, queda de folhas e morte descendente dos ramos são observados, até o colapso total da planta.

Plantas acometidas pela resinose têm a transpiração alterada decorrente da redução da condutância estomática e da fotossíntese líquida (BEZERRA et al., 2003). Genótipos de cajueiro apresentam diferenças na reação à resinose, ensejando a seleção de clones resistentes (PAIVA et al., 2002; CARDOSO et al., 2006 e 2007). Entretanto, entre os aspectos que contribuem para a ocorrência de severas epidemias da resinose no semiárido nordestino, destacam-se expansão do cultivo do clone susceptível CCP-76, a falta de estudos epidemiológicos relacionados ao manejo integrado, incluindo-se estudos de interações entre o patógeno, o hospedeiro e o ambiente e a ausência de um método de detecção precoce da presença do fungo nos propágulos usados para produção da muda.

As condições de ambiente prevaletentes no Nordeste como o déficit hídrico e a baixa disponibilidade de cálcio, contribuem para aumentar a vulnerabilidade da planta ao ataque do fungo.

Nos cenários climáticos futuros, 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 resinose.

## Podridão-preta-da-haste *Lasiodiplodia theobromae*

A morte descendente das inflorescências do cajueiro fora descrita originalmente na Índia como sendo causada por *Lasiodiplodia theobromae* (OLUNLOYO; ESUROSOS, 1975). Em 1999, doença semelhante, também causada por *Lasiodiplodia theobromae*, foi observada em pomares irrigados de cajueiro no Estado do Ceará. A doença foi denominada podridão-preta-da-haste em alusão ao quadro sintomatológico (CARDOSO et al., 2000 e 2002). A distribuição espacial da doença sugeria uma disseminação do tipo contagiosa (CARDOSO et al., 2000). O mesmo quadro sintomatológico foi em seguida observado em Pio IX, PI, em pomares comerciais de sequeiro, porém em menor severidade.

A disseminação deste patógeno ainda não foi totalmente elucidada. Entretanto, evidências da disseminação via sementes e propágulos foram obtidas (CARDOSO et al., 1998, 2004; FREIRE et al., 1999).

Estudos usando técnicas de biologia molecular com *Lasiodiplodia theobromae* permitiram a caracterização de uma população originária de fruteiras tropicais incluindo o cajueiro, revelando a grande variabilidade genética de uma população originária do Nordeste brasileiro (CARDOSO; WILKINSON, 2008). Nestes estudos foram identificados 28 microsátélites de *Lasiodiplodia theobromae*, que possibilitaram o desenho de iniciadores específicos para ampliação de fragmentos contendo essas sequências de bases. Usando-se estes marcadores foi possível diferenciar os isolados causadores da resinose e da podridão-preta-da-haste com menos de 30 % de homologia entre esses isolados.

Esses resultados revelam a grande variabilidade genética de *Lasiodiplodia theobromae*, pois as condições de elevada umidade relativa e intensa emissão foliar, predisponentes da podridão-preta-da-haste são diferentes da resinose, conforme descrição anterior.

O surgimento nos últimos anos, em caráter epidêmico, da podridão-preta-da-haste (CARDOSO et al., 2000 e 2002) na microrregião de Barreiras, BA e Palmas, TO vem provocando significativas perdas na produção e, por consequência, o endividamento dos produtores junto às instituições financiadoras de projetos. Tais epidemias vêm sendo atribuídas à expansão da cultura em regiões sujeitas às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.



## Oídio

### *Oidium anacardii*

O oídio é a doença do cajueiro cujo relato é o mais antigo (NOACK, 1898). Apesar de sua grande importância no continente africano, onde é considerada a principal doença do cajueiro em países como a Tanzânia (MARTIN et al., 1997), o oídio é considerada uma doença secundária no Brasil. Tem-se constatado uma maior incidência do oídio nos últimos anos, sobretudo nos anos de boas precipitações pluviais e plantas suscetíveis.

A doença é causada por *Oidium anacardii*, um fungo ectoparasita obrigatório, cuja fase sexual ascógena ainda não foi detectada. Em razão dos poucos estudos com este fungo no Brasil, suspeita-se que existe uma forma variante na África, pois a morfologia dos conídios e conidióforos e o estágio fenológico dos tecidos infectados são diferentes nos dois continentes. No Brasil, os sintomas ocorrem em folhas maduras onde as estruturas vegetativas e reprodutivas do patógeno formam um revestimento ralo, branco-acinzentado e pulverulento, recobrando as nervuras em ambas as faces da folha. Eventualmente, o patógeno pode infectar a inflorescência, provocando a queima de muitas flores. Este sintoma pode ser o responsável pela deformação do pedúnculo e do fruto na fase de maturação.

Na África, os sintomas ocorrem primordialmente nas folhas e inflorescências jovens e maduras tornando essa a mais importante doença do cajueiro neste continente.

*Oidium anacardii* é um fungo que co-evoluiu com o cajueiro. Consequentemente, sua estrutura populacional deve ser bastante diversificada, contendo formas variantes das mais diversas, incluindo até formas epifíticas em botões florais e ramos jovens. Os esporos de *Oidium anacardii* são dispersados pelo vento e germinam profusamente quando a umidade relativa do ar situa-se na faixa de 90 a 100 %, sob temperaturas de 26 °C a 28 °C (CASTELLANI; CASULI, 1981). Inflorescências infectadas geralmente necrosam e falham em produzir frutos, resultando em danos significativos à produção.

Mudanças climáticas que resultem em aumento da precipitação nas regiões semiáridas do Nordeste, aliadas à elevada variabilidade genética da população do patógeno devem concorrer para uma maior incidência de epidemias dessa doença no Brasil. Com relação ao patossistema e à morfologia do fungo, um fato inusitado vem ocorrendo, tendo sido observado pela primeira vez em uma fazenda, grande produtora de castanhas, situada na fronteira do Estado do Ceará com o Piauí. Sabe-se que, no Brasil, contrariamente ao

que ocorre na África, o oídio do cajueiro sempre foi encontrado em folhas já maduras. Contudo, no município de Pio IX, PI, a doença vem sendo detectada em lançamentos novos, imaturos, inclusive ainda ricos em antocianina desde o ano de 2006. Ademais, a morfologia do fungo isolado dessas folhas é nitidamente diferente daquela comumente relatada no País até o momento, e semelhante àquela do *Oidium* observado em cajueiros no continente africano. Caso não se trate de um novo fungo, possibilidade que está sendo estudada, é possível que, além de uma alteração no patossistema oídio-cajueiro, esteja ocorrendo alteração morfológica adaptativa do fungo, em função de alterações climáticas naquela microrregião, cuja temperatura média vem crescendo desde o último decênio.

## Outras doenças

Outras doenças de ocorrência endêmica podem se tornar problemas relevantes no futuro em face de mudanças climáticas, principalmente pela co-evolução com o cajueiro nas regiões produtoras.

A mancha-angular, anteriormente conhecida como “cercosporiose”, em função do suposto agente etiológico ser *Cercospora anacardii*, é hoje tida como causada por *Septoria anacardii* (FREIRE, 1994). Essa doença vem crescendo em importância, em razão de sucessivas epifitias observadas em viveiros e em alguns pomares no Ceará e Piauí nos últimos anos. Até meados da década de 80 tratava-se de uma doença de importância secundária, restrita a ocorrências endêmicas no Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco (PONTE, 1984).

Outra doença do cajueiro que pode tornar-se importante em função das alterações climáticas e de conhecimento mais recente, é causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*. Essa doença teve sua detecção, anotação e confirmação realizada pela primeira vez em relação à ocorrência no município de Pio IX, PI, mesma região de ocorrência do oídio (VIANA et al., 2007). A mancha-de-xanthomonas se caracteriza por causar manchas aquosas, verdadeiras anasarcas, nas castanhas ainda verdes, manchas essas que podem coalescer, e que escurecem depois, podendo tornar-se deprimidas após a maturação da castanha. As castanhas desenvolvidas quando atacadas, mostram uma lesão úmida e de coloração cinza-clara. Nas folhas, as manchas são marrons-escuras e, quando a bactéria penetra os vasos, pode-se verificar o desenho escuro desses destacando-se no verde do limbo foliar (VIANA et al., 2006). A mancha-de-xanthomonas, como toda doença bacteriana, exige água livre em níveis mais elevados que o

comumente encontrado em regiões áridas. Contudo, na região de ocorrência dessa doença, principalmente nos meses mais secos, ocorre o orvalho noturno, que propicia condições adequadas para o microrganismo. Além disso, as chuvas da época das chuvas, em geral, são intensas e logo após as mesmas a temperatura volta a subir. Por isso, acredita-se que alterações climáticas, no sentido de elevação de temperaturas e escassez de chuvas não afetarão negativamente essa doença, pelo contrário, poderão até beneficiar o patógeno, porque podem criar condições estressantes ao hospedeiro tornando-o mais suscetível ao ataque de microrganismos associados ao filoplano, como é o caso da *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*.

## Considerações finais

As mudanças climáticas previstas nos dois cenários (A2 e B2) conforme descritas no Capítulo 2, nos três períodos examinados, indicam que os impactos sobre o cultivo do cajueiro nas condições do Nordeste brasileiro serão de pequena monta, sobretudo se programas de melhoramento genético mantiverem o atual ritmo de desenvolvimento de novas alternativas, ou até aumentarem, uma vez que a diversidade da espécie é muito grande. Incrementos de temperatura e redução da precipitação, contudo, podem ter efeitos adversos no que se refere às doenças, principalmente as de origem fúngica. Prognóstico nada alvissareiro poderá ser traçado, visto que nas poucas vicissitudes climáticas observadas nos últimos anos, quando ocorreram secas nos anos 2005 e 2006 e excesso de chuvas em 2008 e 2009, observaram-se mudanças relativamente acentuadas na incidência de doenças como a antracnose, o mofo-preto e o oídio. O aumento do déficit hídrico e a redução da umidade relativa do ar deverão ter um efeito muito menor na ocorrência da antracnose e do oídio do que sobre a resinose, doença tipicamente de plantas sob estresse, e do que sobre a mancha-de-xanthomonas, estreitamente dependente de água disponível.

Esses prognósticos tenderão a ser cada vez mais precisos à medida em que os efeitos específicos do clima sobre as doenças do cajueiro e a diversidade genética dos patógenos forem conhecidos por meio dos estudos epidemiológicos.

A variabilidade do cajueiro no Brasil é, certamente, uma grande vantagem para os trabalhos de melhoramento genético visando atenuar os efeitos das mudanças climáticas. É tema inclusive que deve ser tratado como altamente estratégico para o País.

## Referências

- AGNOLONI, M.; GIULIANI, F. **Cashew cultivation**. New Delhi: Instituto Agronomico per L'Oltremare, 1977. 168 p.
- ALBUQUERQUE, F. C.; MENDES, B. V. Características morfológicas e fisiológicas de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., agente etiológico da antracnose do cajueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 8., 1975, Mossoró, RN. **Anais...** Mossoró: SBF, 1975. p. 13.
- AQUINO, M. L. N.; MELO, G. S. **Uma nova enfermidade do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)**. Recife: IPA, 1974. 16 p. (IPA. Boletim Técnico, 71).
- BEZERRA, M. A.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; VIDAL, J. C.; ALENCAR, E. S. **Efeito da resinose na fotossíntese do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 12 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).
- BURGESS, T.; WINGFIELD, M. J.; WINGFIELD, B. D. Development and characterization of microsatellite loci for the tropical tree pathogen *Botryosphaeria rhodina*. **Molecular Ecology Notes**, v. 3, n. 1, p. 91-94, 2003.
- CARDOSO, J. E.; FREIRE, F.C.O. Doenças do cajueiro. In: SILVA, V. V. da (Org.). **Caju: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 1998. p. 123-134.
- CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. Identificação e manejo das principais doenças. In: MELO, Q. M. S. (Ed.). **Caju: fitossanidade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 41-51. (Frutas do Brasil, 1).
- 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.
- 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.; ARAGÃO, M. L.; BLEICHER, E.; CAVALCANTE, M. J. B. Efeito de práticas agrônomicas na ocorrência da resinose do cajueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20 (suplemento), p. 242, 1995.
- 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.
- CARDOSO, J. E.; FELIPE, E. M.; CAVALCANTE, M. J. B.; FREIRE, F. C. O.; CAVALCANTI, J. J. V. Precipitação pluvial e progresso da antracnose e do mofo preto do cajueiro (*Anacardium occidentale*). **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 4, p. 413-416, 2000.
- CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; SANTOS, A. A.; FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P.; VIDAL, J. C.; OLIVEIRA, J. N.; UCHOA, C. N. **Monitoramento de doenças na cultura do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2002. 22 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 47).
- CARDOSO, J. E.; VIDAL, J. C.; SANTOS, A. A.; FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P. First report of black branch dieback of cashew caused by *Lasiodiplodia theobromae* in Brasil. **Plant Disease**, St. Paul, v. 86, n. 5, p. 558, 2002.
- 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**, v. 53, p. 363-367, 2004.
- CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; BEZERRA, M. A.; SOUSA NETO, J.; SOUSA, R. N. M. **Epidemiologia do mofo-preto e danos à produção de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. 16 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 23).
- CARDOSO, J. E.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, A. A.; VIDAL, J. C. Evaluation of resistance in dwarf cashew to gummosis in north-eastern Brasil. **Crop Protection**, v. 25, p. 855-859, 2006.

- CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C.; SOUZA, R. N. M. **Clone Embrapa 51: uma alternativa à resinose do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 3 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 130).
- CARVAJAL, B. P. **Caracterização morfológica, fisiológica e patogênica de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides sensu Arx. (1957)*, causadores de podridões de frutos**. 1987. 108p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- CASTELLANI, E.; CASULLI, F. Osservazioni preliminari su *Oidium anacardii* Noack agente del mal bianco dell'anacardio. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, v. 75, n. 2/3, p. 211-222, 1981.
- CHAU, K. F.; ALVAREZ, A. M. A histological study of anthracnose on *Carica papaya*. **Phytopathology**, v. 73, p. 1113-1116, 1983.
- DODD, J. C.; ESTRADA, A.; MATCHAM, J.; JEFFRIES, P.; JEGER, M. J. The effect of climatic factors on *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of mango anthracnose in the Phillipines. **Plant Pathology**, v. 40, p. 1-8, 1991.
- EMMETT, R. W.; PARBERY, D. G. Appressori. **Annual Review of Phytopathology**, v. 13, p. 147-167, 1975.
- FREIRE, F. C. O. A resinose do cajueiro. **Caju Informativo**, Fortaleza, v. 4, n.1-2, 1991.
- FREIRE, F. C. O. **Angular leaf spot of cashew (*Anacardium occidentale L.*) caused by *Septoria anacardii* sp. nov.** Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1994.
- FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E. Doenças do Cajueiro. In: ARAUJO, J.P.P.; SILVA, V. V. (Org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p. 249-267.
- FREIRE, F. C. O.; KOZAKIEWICZ, Z.; PATERSON, R. R. M. Mycoflora and mycotoxins of Brazilian cashew kernels. **Mycopathologia**, v. 145, p. 95-103, 1999.
- FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; VIANA, F. M. P. Diseases of cashew (*Anacardium occidentale L.*) in Brazil. **Crop Protection**, v. 21, p. 489-494, 2002.
- FREIRE, F.C.O.; VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E. **Novos hospedeiros do fungo *Lasiodiplodia theobromae* no Estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 91).
- FROTA, P. C. E. Clima e fenologia. In: LIMA, V. P. M. S. (Ed.). **A cultura do cajueiro no nordeste do Brasil**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1988. p. 65-80. (BNB/ETENE. Estudos Socioeconômicos, 35).
- GOOS, R. D.; COX, E. A.; STOTZKY, G. *Botryodiplodia theobromae* and its association with *Musa* species. **Mycologia**, v. 53, p. 262-277, 1961.
- HAMADA, E.; GONÇALVES, R. R. V.; ORSINI, J. A. M.; GHINI, R. Cenários climáticos futuros para o Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Ed.). **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 25-73.
- HARPER, D. B.; SWINBURNE, T. R. 2,3 - dihydroxy benzoic acid and related compounds as stimulants of germination of conidia of *Colletotrichum musae* (Berj. & Curt.) Arx. **Physiological Plant Pathology**, v. 14, p. 363-370, 1979.
- LOUIS, I.; CHEW, A.; LIM, G. Influence of spore density and extracellular conidial matrix on spore germination in *Colletotrichum capsici*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 91, p. 694-697, 1988.
- MARTIN, P. J.; TOPPER, C. P.; BASHIRU, R. A.; BOMA, F.; De WAAL, D.; HARRIES, H. C.; KASUGA, L. J.; KATANILA, N.; KIKOKA, L. P.; LAMBOLL, R.; MADDISON, A. C.; MAJULE, A. E.; MASAWA, P. A.; MMILLANZI, K. J.; NATHANIELS, N. Q.; SHOMARI, S. H.; SIJAONA, M. E.; STATHERS, T. Cashew nut production in Tanzania: constraints and progress through integrated crop management. **Crop Protection**, v. 15, n. 1, p. 5-14, 1997.
- NOACK, F. Cogumelos parasitos das plantas de pomar, horta e jardim. **Boletim do Instituto**

**Agrônomo do Estado de São Paulo**, v. 9, p. 75-88, 1898.

OLUNLOYO, O. A.; ESUROSO, O. F. Lasiodiplodia floral shoot dieback disease of cashew in Nigeria. **Plant Disease Reporter**, v. 59, n. 2, p. 176-179, 1975.

PAIVA, J. R.; CARDOSO, J. E.; 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 Agroindústria Tropical, 2002. 4 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 78).

PILEIRA, M. C. C. **Estudos da biodiversidade de isolados de *Colletotrichum* spp. que afectam a cultura do cajueiro por técnicas biomoleculares**. 2009 136 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Évora, Évora, Portugal.

PONTE, J. J. da.; ATHAYDE, C.; SENA, C. B. de.; VALE, C. C. do.; BEZERRA, J. L. Etiologia da resinose de frutíferas do gênero *Spondias*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 13, n. 3, p. 280-281, 1988.

PONTE, J. J. **Doenças do cajueiro no Nordeste brasileiro**. Brasília, DF: EMBRAPA/DDT, 1984. 51 p. (EMBRAPA/DDT. Documentos, 10).

PONTE, J. J. Uma nova doença da ateira (*Annona squamosa*) e da gravioleira (*A. muricata*) causada por *Botryodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 689-691, 1985.

ROSSETTI, V. Antracnose dos cajueiros. **O Biológico**, São Paulo, v. 14, p. 269, 1948.

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.

TAVARES, S. C. C.; BARRETO, D. S. B.; AMORIM, L. R. Levantamento do comportamento de *Botryodiplodia theobromae* em videira na região semi-árida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 12., 1994, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: SBF, 1994. p. 933-934.

TEIXEIRA, L. M. S. Doenças. In: LIMA, V. P. M. S. **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1988. p. 231-266. (BNB/ETENE. Estudos Socioeconômicos, 35).

VIANA, F. M. P.; FERREIRA, M. A. S. V.; MARIANO, R. L. R.; SARAIVA, H. A. O.; CARDOSO, J. E.; TRINDADE, L. C. **Mancha-de-xanthomonas**: nova doença do cajueiro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 20 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento, 24).

VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E.; SARAIVA, H. A. O.; FERREIRA, M. A. S. V.; MARIANO, R. L. R.; TRINDADE, L. C. First report of a bacterial leaf and fruit spot of cashew nut (*Anacardium occidentale*) caused by *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* in Brazil. **Plant Disease**, v. 91, p. 1361, 2007.



As mudanças climáticas constituem uma séria ameaça à agricultura, pois podem promover significativas alterações na ocorrência de doenças de plantas. Essas alterações podem representar graves consequências econômicas, sociais e ambientais. A análise desses efeitos é fundamental para a adoção de medidas de adaptação, com a finalidade de evitar prejuízos futuros. A obra apresenta uma discussão sobre os impactos potenciais das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil e deve servir de base para a elaboração de estratégias de adaptação por tomadores de decisão do setor agrícola.