

O CAJUEIRO E SUAS FITOBACTERIOSES: MANCHA ANGULAR E MANCHA DE XANTHOMONAS

MARCO AURÉLIO SIQUEIRA GAMA¹
KÁTIA CILENE DA SILVA FELIX¹
ADRIANO MÁRCIO FREIRE DA SILVA¹
LILIANA ANDREA DOS SANTOS¹
MIRTIS MUDIARAM BARBOSA DOS SANTOS¹
LUYDSON JAMYSON DO NASCIMENTO SOUZA²

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade, Recife, Pernambuco.

²Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Alimentação e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, São Cristóvão, Sergipe.

Autor para correspondência: mas.gama@yahoo.com.br.

Resumo: No Brasil, a produção de amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) destina-se tradicionalmente ao mercado externo, movimentando anualmente bilhões de dólares. No entanto, essa produção pode ser limitada devido à ocorrência de doenças causadas por fitobactérias do gênero *Xanthomonas*. Nesta revisão, são abordados aspectos taxonômicos do agente causal da mancha angular e mancha de xanthomonas, assim como a sintomatologia, etiologia, epidemiologia e controle dessas fitobacterioses em Anacardiáceas, com ênfase no cajueiro.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale*, caju, doenças bacterianas do cajueiro, *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*.

CASHEW AND BACTERIAL DISEASES: ANGULAR LEAF SPOT AND XANTHOMONAS SPOT

Abstract: In Brazil, the production of almond cashew (*Anacardium occidentale* L.) is traditionally intended for the international market, moving billions of dollars annually. However, this production may be limited due to the occurrence of diseases caused by plant pathogenic bacteria of the *Xanthomonas* genus. In this review, we cover the taxonomical aspects of the causal agent of angular leaf spot and Xanthomonas spot, as well as the symptomatology, etiology, epidemiology and control of these phyto bacteriosis in Anacardiaceae, with emphasis on cashew.

Index terms: *Anacardium occidentale*, *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*, bacterial diseases of cashew, cashew.

1. O CAJUEIRO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta tropical, originária do Brasil, reconhecido como centro de origem da espécie, sendo dispersa em quase todo território brasileiro (ARAÚJO; SILVA, 1995), onde destaca-se pela domesticação e elevado aproveitamento econômico (MELO; BLEICHER, 2002). Adaptado ao semi-árido constitui excelente fonte de emprego e renda para o agricultor dessa região (VIANA et al., 2006a).

A produção mundial de castanha de caju em 2011 foi superior a 4 bilhões de toneladas. No ranking dos principais produtores dessa amêndoa estão Vietnã, Nigéria, Índia, Costa do Marfim e Brasil (FAO, 2011). No Brasil, a Região Nordeste é a principal produtora, com uma área colhida superior a 760 mil hectares e uma produção de 230.785 toneladas de castanhas. Os principais estados produtores são Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí, Pernambuco e Maranhão (IBGE, 2011). Em 2012 as exportações brasileiras de castanha de caju atingiram a cifra de 185,7 milhões de dólares, valor inferior ao observado em 2009 (225 milhões de dólares), quando se verificou o recorde nas vendas externas desse produto (CAVALCANTE; MINDÉLLO, 2013).

A cultura do caju é de fundamental importância socioeconômica para a região Nordeste, devido aos empregos diretos que gera, dos quais 35 mil no campo e 15 mil na indústria, além de 250 mil empregos indiretos nos dois segmentos. Para o Semi-Árido nordestino, a importância é ainda maior, pois os empregos do campo são gerados na entressafra das culturas tradicionais como milho, feijão e algodão, reduzindo, assim, o êxodo rural (CODEVASF, 2012).

Além das castanhas, polpas, sucos, doces, farinhas e outros derivados também são industrializados (PAIVA; BARROS, 2004). No Brasil, a produção de amêndoa de castanha de caju destina-se tradicionalmente ao mercado externo. Os Estados Unidos e a Holanda são os principais mercados importadores da amêndoa brasileira (FAO, 2011).

Os produtos derivados do caju além dos aspectos sociais e econômicos, apresentam elevada importância alimentar. O caju contém cerca de 156 a 387 mg de vitamina C; 14,70 mg de cálcio; 32,55 mg de fósforo e 0,575 mg de ferro por 100 ml de suco (OLIVEIRA, 2003). Entretanto, somente pequena quantidade é aproveitada nas indústrias, sendo a maior parte desperdiçada

no próprio campo (MENEZES; ALVES, 1995). Por razões diversas, esses produtos não vêm sendo intensivamente utilizados para fins alimentícios, sobretudo no Nordeste, onde existe alta carência de vitaminas e proteínas na população (BARROS et al., 1993; OLIVEIRA, 2003).

O cajueiro é uma planta tropical, pertencente à família Anacardiaceae. Nesta família estão incluídos árvores e arbustos tropicais e subtropicais distribuídos em cerca de 60 gêneros e 400 espécies, incluindo a mangueira (*Mangifera indica* L.), os cajás e a seriguela, os quais pertencem ao gênero *Spondias* L., e duas espécies de aroeira, *Astronium urundeuva* Egnl. e *Schinus terebinthifolius* Raddi (ARAÚJO; SILVA, 1995).

Devido a sua elevada variabilidade genética, o cajueiro vem sendo classificado em dois grupos, comum e anão, os quais são definidos basicamente em função do porte das plantas. O tipo comum, também conhecido como gigante é o mais difundido, apresentando porte elevado, altura entre 8 e 15 m e envergadura que pode atingir até 20 m (CRISÓSTOMO et al., 2001). O tipo anão caracteriza-se pelo porte baixo, com uma altura média de 5,4 m em plantio por semente. Contudo, em plantios estabelecidos com mudas enxertadas e com emprego de tecnologia adequada, é possível manter uma altura em torno de 3,0 m (BARROS et al., 1993). Além disso, o tipo anão apresenta copa homogênea, diâmetro do caule e envergadura de copa inferiores ao do tipo comum e precocidade etária, iniciando o florescimento entre 6 e 18 meses (BARROS, 1995).

Embora classificado como *A. occidentale* var. *nanum* L., o cajueiro anão, o qual também é conhecido como cajueiro anão-precoce e cajueiro-de-seis-meses, parece ser um ecotipo ou forma botânica do tipo comum (BARROS et al., 1993).

Diversas outras espécies do gênero *Anacardium* foram descritas, sendo possível a existência de espécies ainda desconhecidas, bem como uma superposição entre as conhecidas. A quase totalidade das espécies encontra-se no Planalto Central e na Amazônia, tanto nos cerrados como nas matas e florestas (BARROS et al., 1993).

Apesar da elevada importância socioeconômica, a cajucultura nordestina tem atravessado um período crítico devido à heterogeneidade de alguns plantios comerciais e a falta de adoção de tecnologia adequada, o que por sua vez vem comprometendo todo o processo produtivo (OLIVEIRA, 2002).

No entanto, pesquisas desenvolvidas com o cajueiro do tipo anão criaram novas perspectivas na direção de uma cajucultura racional (BARROS et al., 1993).

Dadas às características de reprodução do cajueiro e a elevada segregação genética resultante do plantio de sementes, a qual reduz o potencial de produção dos pomares, recomenda-se o plantio de clones selecionados de cajueiro anão. Esta tecnologia é preferida em razão das vantagens do emprego de mudas propagadas vegetativamente em relação às mudas de sementes, principalmente devido à manutenção da identidade genética das plantas, cujos reflexos ocorrem na uniformidade e produtividade do pomar (BARROS et al., 1993).

Já existem clones apropriados tanto para o plantio sob regime de sequeiro quanto irrigado, os quais podem ser utilizados para as regiões do litoral e zonas de transição e para o semi-árido e cerrado, respectivamente. Os clones disponíveis comercialmente são o BRS 189, BRS 226, CCP 06, CCP 09, CCP 76, CCP 1001, EMBRAPA 50 e EMBRAPA 51 (OLIVEIRA, 2002; OLIVEIRA, 2003; PAIVA; BARROS, 2004). Visando a redução dos riscos de surtos epidêmicos de pragas e doenças causados pela baixa diversificação genética dos clones, recomenda-se, em plantios comerciais com área superior a 100 ha, o plantio de pelo menos 2% da área com clones com potencial agrônômico, em escala experimental. Adicionalmente, existem alguns clones que já vem sendo testados experimentalmente (OLIVEIRA, 2002).

O potencial destes materiais se reflete em produtividades médias de 1.300 kg de castanhas/ha (podendo atingir até 3.000 kg/ha), redução de custos no combate de pragas e doenças e facilitação de poda, além da otimização do aproveitamento do pedúnculo em razão do baixo porte da planta. Quanto à vida útil do pomar, dados experimentais obtidos de plantas selecionadas adultas com 33 a 35 anos mostraram produções variando de 10,7 kg a 29,7 kg de castanha/safra nas condições litorâneas do estado do Ceará, indicando que pelo menos até 35 anos de idade o cajueiro anão se encontra em plena atividade reprodutiva e produção econômica (BARROS et al., 1993).

2. PRINCIPAIS DOENÇAS DO CAJUEIRO

O aumento desordenado da área cultivada e a ausência de tratamentos culturais adequados têm favorecido o surgimento de diversos patógenos e pragas até

então considerados de importância secundária para a cajucultura. Desde a fase de viveiro até a fase adulta, no campo, o cajueiro pode ser afetado por inúmeros organismos (ARAÚJO; SILVA, 1995). Segundo Cardoso e Freire (2002), todas as partes do cajueiro podem apresentar sintomas característicos de processos infecciosos, no entanto, as doenças da parte aérea são mais comuns pela facilidade de constatação e pelos danos que elas podem acarretar à produção, com estimativas demonstrando que estes podem alcançar 40%.

O cultivo crescente do cajueiro tipo anão, propagado por meio de mudas enxertadas, propicia maior uniformidade genética e conseqüentemente maior vulnerabilidade genotípica aos agentes patogênicos. Como resultado, em anos em que as condições ambientais são favoráveis, epidemias deverão ser mais freqüentes (CARDOSO; FREIRE, 2002). Portanto, devido à substituição de plantios nativos formados por cajueiros rústicos por monocultivos de cajueiros anão, sobretudo com o clone CCP 76, houve um provável desequilíbrio, o qual foi responsável pelo surgimento de epidemias de doenças já ocorrentes ou surgimento de enfermidades ainda não registradas (TEIXEIRA, 1998; VIANA et al., 2005).

Segundo Cardoso e Freire (2002), o cajueiro pode ser afetado por mais de 20 doenças, sendo a maioria causada por fungos. Dentre as doenças fúngicas destacam-se a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), a resinose e a podridão-preta-da-haste, ambas causadas pelo mesmo patógeno (*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon), o mofo-preto (*Pelgeriella anacardii* (Bat. et al.) Von Arx e Müller), a requeima (*Phytophthora hevea* Thompson e *P. nicotiana* Breda de Haan) e o oídio (*Oidium anacardii* Noack.) (ARAÚJO; SILVA, 1995; FREIRE et al., 2002) e, dentre as de origem bacteriana, destacam-se a mancha angular e a mancha de xanthomonas, ambas causadas pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* (Patel et al.) Robbs et al. (VIANA et al., 2006a; VIANA et al., 2006b; VIANA et al., 2007).

2.1. Mancha angular

A primeira ocorrência da mancha angular foi relatada em mangueiras na África do Sul por Doidge (1915), o qual isolou uma bactéria pigmentada (amarela) e descreveu o patógeno como *Bacillus mangiferae* Doidge. Posteriormente, a bactéria foi reclassificada como *Erwinia mangiferae* (Doidge) Bergy et al. (BREED et al., 1957). A partir de então, os sintomas da

mancha angular foram constatados na Austrália, Brasil, Emirados Árabes Unidos, Filipinas, Estados Unidos, Ilhas Comores, Ilhas Maurício, Ilhas Reunião, Índia, Japão, Malásia, Nova Caledônia, Paquistão, Quênia, Tailândia, Taiwan (GAGNEVIN; PRUVOST, 2001), Gana (PRUVOST et al., 2011), Mianmar (AH-YOU; GAGNEVIN; PRUVOST, 2007) e República do Mali (PRUVOST et al., 2012). Segundo Gagnevin e Pruvost (2001), a mancha angular da mangueira está presente em toda região sul e leste do continente africano bem como na maioria das regiões asiáticas.

Em 1947, nos distritos de Poona e Dharwar, na Índia, Patel et al. (1948b) verificaram a ocorrência de sintomas em folhas e frutos de mangueiras, similares aos descritos por Doidge (1915). No entanto, devido a diferenças de diversas características entre a linhagem isolada na África do Sul e a linhagem isolada na Índia, incluindo a coloração desta última, a qual era branca, Patel et al. (1948b) propuseram a criação de uma nova espécie: *Pseudomonas mangiferae-indicae* Patel et al. Além disso, os autores também relataram a patogenicidade desta bactéria ao cajueiro (PATEL, 1948a).

Após a realização de diversos testes bioquímicos, fisiológicos e patogênicos com isolados de *E. mangiferae*, *P. mangiferae-indicae* e isolados pigmentados saprofitos obtidos de lesões envelhecidas em mangueiras Steyn, Viljoen e Kotzé. (1974) concluíram que *P. mangiferae-indicae* era responsável por todos os casos da mancha angular em mangueiras e que *E. mangiferae* havia sido erroneamente considerada como o agente causal desta enfermidade. Além disso, os autores concluíram que *E. mangiferae* deveria ser considerada como sinônimo de *Erwinia herbicola* Lohnis, uma bactéria reconhecidamente saprofítica.

No Brasil, o primeiro registro desta enfermidade foi realizado por Robbs (1955) em levantamento efetuado no Distrito Federal, embora, o referido autor não deixasse claro o hospedeiro, fazendo parecer que a ocorrência do patógeno naquela região estava associada à mangueira. Na ocasião, em alusão aos contornos angulosos das manchas características da enfermidade, o citado autor deu-lhe o nome de mancha angular. Atualmente esta enfermidade também é conhecida como cancro-bacteriano ou bacteriose da mangueira (AH-YOU et al., 2007; ROBBS; RODRIGUES NETO, 1999).

Posteriormente, Robbs, Ribeiro e Kimura (1974), após realizarem diversos testes, propuseram a inserção de *P. mangiferae-indicae* em um outro gênero, do

que resultou sua atual denominação: *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* (Patel et al.) Robbs et al. No mesmo trabalho, foi notificada a obtenção de um isolado pigmentado de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* a partir de folhas de mangueira coletadas no município de Campinas, estado de São Paulo e relatada uma maior virulência desse isolado em relação aos apigmentados. Atualmente este isolado pigmentado encontra-se depositado na Coleção de Culturas IBSBF sob nº 873.

No Nordeste, a primeira ocorrência da mancha angular foi realizada por Robbs, Ponte e Sales (1978) em mangueiras no estado do Ceará, não tendo sido feita referência à sua ocorrência em cajueiros, naquela ocasião. Posteriormente, Robbs et al. (1981) registraram a ocorrência desta bacteriose causando lesões angulares em folhas de cajueiros na região Nordeste. Adicionalmente, Papa et al. (2001) relataram a ocorrência da mancha angular em cajueiro (porta-enxerto CCP-006) na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho (UNESP), município de Selviria, no Estado do Mato Grosso do Sul. Este isolado apigmentado foi depositado na Coleção de Culturas IBSBF sob nº 1508, em 1999.

Os sintomas da mancha angular em mangueiras são mais comuns em folhas e frutos, porém toda planta pode ser afetada. Nas folhas, os sintomas caracterizam-se como pequenas lesões encharcadas delimitadas pelos vasos, as quais se tornam elevadas, escurecidas e algumas vezes com halo clorótico. Nos frutos, os sintomas característicos são lesões escuras com exsudações gomosas (GAGNEVIN; PRUVOST, 2001). Segundo Barbosa et al. (2000), no Brasil, a mancha angular da mangueira é considerada de pouca importância, dependendo das condições climáticas.

Em cajueiros, os sintomas desta enfermidade têm sido observados apenas em folhas e caracterizam-se como manchas angulares de coloração pardo-escura, as quais se localizam no limbo foliar, próximo da nervura central (PAPA et al., 2001).

A maioria dos estudos incluindo etiologia, epidemiologia, ecologia e controle foram realizados com a mancha angular da mangueira. Neste hospedeiro, *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* sobrevive eficientemente em lesões foliares e em cancrios nos ramos. A incidência da doença nos frutos é fortemente correlacionada com a severidade nas folhas, observada seis meses antes da frutificação. A presença de água livre permite a liberação e redistribuição

da bactéria a partir de rupturas na epiderme, sendo um pré-requisito para infecção (GAGNEVIN; PRUVOST, 2001; MANICON; PRUVOST, 1994; ROBBS; RODRIGUES NETO, 1999). A disseminação da doença a longas distâncias ocorre através de material de propagação contaminado. Não existem registros de infecções em sementes, porém, pode ocorrer a infestação da superfície das mesmas. A curta distância, a chuva com vento é a principal forma de disseminação desta bactéria. A função dos insetos na disseminação de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* não está esclarecida, embora seja sugerida (GAGNEVIN; PRUVOST, 2001; MANICON; PRUVOST, 1994).

Quanto às medidas de controle, recomenda-se o uso de materiais de propagação sadios, variedades precoces, plantio de quebra-vento nas bordas do pomar e aplicação de fungicidas cúpricos (GAGNEVIN; PRUVOST, 2001; MANICON; PRUVOST, 1994; ROBBS; RODRIGUES NETO, 1999).

2.2. Mancha de xanthomonas

Em 2003, além da usual mancha-angular, manchas atípicas foram observadas em folhas e frutos de cajueiro adulto do clone CAC 35 em pomares da Fazenda Planalto, município de Pio IX, estado do Piauí. No ano seguinte, verificou-se a ocorrência de sintomas semelhantes em mudas do clone CCP 76 no município de Pacajús, estado do Ceará, em mudas preparadas a partir de porta-enxertos oriundos da Fazenda Planalto. Posteriormente, soube-se que tais mudas foram preparadas e postas a crescer sob uma velha mangueira (VIANA et al., 2006a). Adicionalmente, a doença foi assinalada em outros dois municípios cearenses, em Minas Gerais (VIANA et al., 2005; VIANA et al., 2006a; VIANA et al., 2006b) e em São Paulo (GAMA et al., 2011).

Devido à ocorrência de sintomas distintos da mancha angular, Viana et al. (2005) descreveram uma nova doença causada por *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* em cajueiro, cuja denominação remete diretamente ao agente causal: mancha de xanthomonas. Além disso, ao cumprirem os postulados de Koch, os autores verificaram que o isolado obtido, o qual foi denominado BACCCP76, apresentava pigmento amarelo, diferentemente dos isolados anteriormente obtidos de cajueiro a partir de manchas angulares, os quais apresentavam coloração branca (PAPA et al., 2001; ROBBS et al., 1981).

Embora ainda não se tenha a exata noção dos danos ocasionados por essa doença, o monitoramento de pomares de caju no Piauí e no Ceará mostra

que o patógeno é capaz de causar perdas consideráveis, visto que as plantas cujos maturis (castanhas de caju verde) estão infectados resultam em frutos impróprios para a comercialização (VIANA et al., 2006b).

Os sintomas da mancha de xanthomonas do cajueiro podem ser observados principalmente em folhas e frutos, podendo ocorrer também em ramos jovens. Nas folhas, embora o limbo foliar possa apresentar manchas angulares, os sintomas mais aparentes encontram-se nas nervuras, as quais se mostram escuras. O escurecimento passa da nervura principal para as secundárias. Enquanto o patógeno coloniza os vasos foliares livremente, essas mesmas nervuras impedem o avanço da bactéria no limbo foliar, motivo pelos quais as manchas nesse local são pequenas e angulares e, muitas vezes, bem próximas às nervuras (VIANA et al., 2006b). De acordo com Gama et al. (2009), os quais classificaram tais sintomas como sistêmicos, as lesões foliares progridem em direção aos ramos e caule, podendo ocasionar seca dos ponteiros.

Nos frutos, as lesões podem ocorrer desde a fase de maturi até a de castanha madura, com pedúnculo já desenvolvido. Em maturis, geralmente observa-se uma necrose escura, disforme, semelhante a uma queimadura. Contudo, a lesão pode se constituir de apenas uma grande mancha oleosa (anasarca), cujo centro irá necrosar posteriormente. Quando a castanha é ainda jovem e o patógeno já necrosou o local da infecção, o centro da lesão mostra-se escuro e deformado, permanecendo rodeado pela mancha oleosa. Com o desenvolvimento e amadurecimento do fruto, a mancha torna-se preta, com ou sem anasarca (VIANA et al., 2006b). Aparentemente, o pseudofruto não é afetado por esta enfermidade.

Por se tratar de uma doença recente, os aspectos epidemiológicos desta enfermidade ainda não foram esclarecidos. Quanto às medidas de controle, segundo Viana et al. (2006b), em pomares de cajueiro com histórico da mancha de xanthomonas, recomenda-se que sejam realizadas, logo no início das chuvas, pulverizações preventivas com oxiclreto de cobre, em intervalos quinzenais, até que as castanhas percam a coloração verde. Em pomares onde a doença esteja ocorrendo, recomenda-se poda de limpeza por meio do corte de cachos onde se inserem maturis afetados, bem como a poda de ramos afetados ou que contenham folhas sintomáticas e, pulverização com oxiclreto de cobre (VIANA et al., 2006b).

3. *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *MANGIFERAINDICAE*

Xanthomonas campestris pv. *mangiferaeindicae* é uma bactéria Gram-negativa, aeróbica estrita, móvel, monotríquia, em formato de bastonete, medindo 0,4-0,5 x 1,0-1,5 µm. Isolados desta bactéria apresentam metabolismo oxidativo, reação de catalase positiva e oxidase negativa, não reduzem nitratos a nitritos e não produzem pigmento fluorescente em meio King's B. Tais isolados são capazes de hidrolisar amido, celulose, esculina, gelatina e caseína, mas não hidrolisam a uréia (MANICON; PRUVOST, 1994; MANICON; WALLIS, 1984; PRUVOST et al., 1998). Em meio de cultura contendo glicose ou sacarose, as colônias são inicialmente cinza claro, tornando-se brancas a creme com o tempo, apresentando-se mucóides, redondas e superficialmente convexas. (MANICON; PRUVOST, 1994; MANICON; WALLIS, 1984).

Ao longo dos anos, isolados pigmentados têm sido obtidos esporadicamente de tecidos de mangueiras apresentando sintomas da mancha angular na África do Sul, Brasil, Estados Unidos e Ilhas Reunião. Segundo Gagnevin e Pruvost (2001) e Ah-You et al. (2007), tais isolados devem ser considerados como patógenos casuais em mangueiras e não devem ser classificados como *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae*. No entanto, isolados pigmentados vêm sendo obtidos de folhas e frutos de cajueiro apresentando sintomas da mancha de xanthomonas (VIANA et al., 2005; VIANA et al., 2006a), sugerindo uma nova etiologia para essa doença.

Além da mangueira e do cajueiro, outras plantas da família Anacardiaceae, tais como a aroeira e o cajá, também são hospedeiras de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* (AH-YOU et al., 2007; SOMÉ; SAMSON, 1996). Contudo, nestas hospedeiras, apenas colônias apigmentadas tem sido isoladas e, embora essas duas espécies de Anacardiaceae estejam presentes no Brasil, nenhuma ocorrência foi registrada até o momento. Adicionalmente, isolados pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* também são patogênicos a aroeira e a mangueira quando inoculados artificialmente (GAMA et al., 2011), demonstrando que essas Anacardiáceas podem fazer parte do ciclo da doença como hospedeiras alternativas desses isolados.

De acordo com Viana et al. (2006a), a amplificação do DNA do isolado BACCCP76 (isolado pigmentado obtido de cajueiro com sintomas da mancha de xanthomonas) com os *primers* RST2 e Xcv3R, os quais geram fragmentos

de 340 pb, não os diferenciou de *X. campestris* pv. *viticola* (Nayudu) Dye ou de isolados apigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* de cajueiro ou mangueira. No entanto, o corte de produtos de PCR por Hae III revelou três perfis distintos não correlacionados com hospedeiro de origem, demonstrando variabilidade entre os isolados.

A caracterização molecular empregando análise de restrição da região espaçadora 16S-23S de isolados pigmentados e apigmentados oriundos de mangueiras e do isolado IBSBF 1508 (apigmentado), oriundo de cajueiro com sintomas da mancha angular foi realizada por Destéfano et al. (2001). O isolado IBSBF 1508 se agrupou sempre com os isolados pigmentados oriundos de mangueira, demonstrando uma estreita relação entre eles (DESTÉFANO et al., 2001).

4. VARIABILIDADE E POSICIONAMENTO TAXONÔMICO ATUAL DE ISOLADOS APIGMENTADOS E PIGMENTADOS DE *X. CAMPESTRIS* PV. *MANGIFERAINDICAE*

A alta variabilidade intrapatovar de isolados apigmentados e pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* foi estudada e comprovada por meio de análises fenotípicas (PRUVOST et al., 1998), isoenzimáticas (SOMÉ; SAMSON, 1996) e moleculares (AH-YOU et al., 2007; AH-YOU et al., 2009; GAGNEVIN; LEACH; PRUVOST, 1997).

Somé e Samson (1996) analisaram a variabilidade de 26 isolados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* por meio das isoenzimas esterase, fosfoglucomutase e superóxido dismutase e os dividiram em oito grupos. O grupo I incluiu 12 isolados apigmentados obtidos de mangueiras na Austrália, Ilhas Comores, Ilhas Reunião, Índia, África do Sul e Taiwan e cinco isolados apigmentados obtidos de aroeira (*S. terebinthifolius*) nas Ilhas Reunião; o grupo II incluiu dois isolados apigmentados obtidos de mangueiras no Brasil; o grupo III incluiu três isolados apigmentados obtidos de cajá (*Spondias mombin* L.) na Índia; e os grupos IV-VIII incluíram cinco isolados pigmentados obtidos de mangueiras no Brasil e nas Ilhas Reunião.

Posteriormente, Gagnevin, Leach e Pruvost (1997) investigaram a diversidade genética de uma coleção de 138 isolados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* obtidos de manga, aroeira e cajá em 14 países diferentes por meio de análises de polimorfismo do comprimento de fragmentos de restrição (RFLP) utilizando como sondas um agrupamento de genes *hrp*,

um gene de avirulência (*avrXa10*), ambos clonados de *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama) Swings et al. e uma sequência de inserção de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* (IS 1595). O perfil obtido por meio da hibridização com a sonda contendo genes *hrp* dividiu os isolados em dois grupos, sendo o grupo I constituído por 127 isolados obtidos de mangueiras e de aroeira do Velho Mundo e o grupo II constituído pelos demais isolados, incluindo os pigmentados. Os perfis gerados com *avr* e IS dividiram os isolados do grupo I em quatro subgrupos, os quais foram consistentes com os hospedeiros de origem e com a região geográfica. Adicionalmente, os grupos gerados por RFLP foram consistentes com os grupos gerados por meio de análises isoenzimáticas (SOMÉ; SAMSON, 1996). Segundo Pruvost et al. (1998), com base em dados bioquímicos e de sensibilidade a antibióticos, esses isolados foram divididos em oito grupos, os quais foram comparáveis aos grupos obtidos com base nos perfis gerados por *hpr*-RFLP, estando o grupo *hrp*-RFLP I distribuído em quatro grupos e o grupo *hrp*-RFLP II nos outros quatro.

Ah-You et al. (2007) estudaram a variabilidade patogênica entre isolados de uma coleção mundial obtidos de vários gêneros de Anacardiaceae, tais como mangueira, aroeira, cajarana (*Spondias cytherea* Sonn., sin. *S. dulcis* Forst.) e caju. Foram encontrados três grupos baseados na patogenicidade a diferentes hospedeiros. Os isolados do Grupo I (provenientes de mangueira e aroeira vermelha, originários do velho mundo) multiplicaram-se ativamente em tecidos de mangueira e cajueiro, enquanto os isolados do Grupo II (provenientes de mangueira e cajueiro, originários do Brasil) multiplicaram-se ativamente em cajueiro, mas não em mangueira. Quando inoculados em folhas de mangueira, os isolados do Grupo I produziram lesões escuras, elevadas, consistentes com a descrição original do patovar, enquanto os do grupo II produziram lesões marrons achatadas. Isolados do grupo III (provenientes de cajarana) produziram sintomas distintos em cajarana e caju.

Com base na divergência evolucionária dos genomas observada por polimorfismo de comprimento de fragmento amplificado (AFLP), estes três grupos foram geneticamente distintos e relacionados aos grupos 9.5, 9.6 e 9.7 de *X. axonopodis* Starr e Garces (AH-YOU et al., 2007), determinados por análise do polimorfismo de comprimento de fragmentos de restrição (RFLP) (RADEMAKER et al., 2005). Desta forma, Ah-You et al. (2007) propuseram

que *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* fosse separada em três patovares de *X. axonopodis*, a saber, *X. axonopodis* pv. *mangiferaeindicae*, *X. axonopodis* pv. *anacardii* e *X. axonopodis* pv. *spondiae*. Adicionalmente, estes patovares também puderam ser diferenciados por sistemas de isoenzimas (SOMÉ; SAMSON, 1996).

Nesta nova descrição, Ah-You et al. (2007) citam que de todos os patovares, apenas o pv. *mangiferaeindicae* apresenta elementos de inserção da família IS1595 no seu genoma, o que caracteriza uma importante informação para diferenciação dos mesmos.

É interessante observar que na descrição de *X. axonopodis* pv. *anacardii* (AH-YOU et al., 2007) evidencia-se que este patovar causa sintomas apenas em folhas de cajueiro e não em outros órgãos. No entanto, como já comentado, além dos sintomas nas folhas, Viana et al. (2006a, 2006b) referem-se a manchas encharcadas e posteriormente necróticas nos frutos. Contudo, nos estudos de Ah-You et al. (2007) não foi incluída nenhuma linhagem pigmentada isolada de cajueiro com sintomas da mancha de xanthomonas.

Em outro estudo, Ah-You et al. (2009) utilizaram análises de sequências multilocus (MLSA), AFLP e hibridização DNA-DNA para classificação genotípica de patovares de *Xanthomonas* associados com a família Anacardiacae. Os resultados de MLSA e de AFLP mostraram relações filogenéticas congruentes do pv. *mangiferaeindicae* com isolados de *X. axonopodis* subgrupo 9.5, o qual inclui *X. axonopodis* pv. *citri* Vauterin et al. De forma similar, o pv. *anacardii* responsável pela mancha angular do cajueiro no Brasil, foi incluído em *X. axonopodis* subgrupo 9.6 (sinonímia *X. fuscans* Schaad).

Com base em dados de estabilidade térmica da reassociação do DNA, os quais foram consistentes com os dados de AFLP e MLSA, Ah-You et al. (2009) verificaram que os pvs. *mangiferaeindicae* e *anacardii* possuem níveis de similaridade consistentes, sendo membros da mesma espécie. Portanto, com base nestes dados, os autores apoiaram a proposta para elevar *X. axonopodis* pv. *citri* ao nível de espécie como *X. citri* (ex Hasse) Gabriel (SCHAAD et al., 2005) e, conseqüentemente, propuseram a reclassificação dos pvs. *mangiferaeindicae* e *anacardii* como patovares de *X. citri*, a saber *X. citri* pv. *mangiferaeindicae* e *X. citri* pv. *anacardii*.

Recentemente, o genoma completo do isolado referência LMG 941 de *X. citri* pv. *mangiferaeindicae* foi anunciado, abrindo novas perspectivas para estudos epidemiológicos/quarentenários bem como para o melhor entendimento

sobre a origem e evolução desta bactéria (MIDHA et al., 2012).

Existem poucos estudos abordando a variabilidade de isolados pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* causando a mancha de xanthomonas. Gama et al. (2011) realizaram uma caracterização polifásica com isolados pigmentados e isolados de *X. axonopodis* pv. *spondiae*, *X. citri* pv. *mangiferaeindicae* e *X. citri* pv. *anacardii*. Os autores verificaram que os isolados pigmentados não diferiram de isolados obtidos de cajueiro, apigmentados, classificados como *X. citri* pv. *anacardii* quanto a características fenotípicas, sensibilidade a antibióticos e cúpricos de uso agrícola e componentes epidemiológicos. Com base em análises de agrupamentos realizadas com os perfis gerados por meio de rep-PCR (ERIC e BOX-PCR em conjunto), foi verificado que todos os isolados pigmentados causadores da mancha de xanthomonas e *X. citri* pv. *anacardii* formaram um único grupo com nível de similaridade de 55%, demonstrando uma estreita associação entre eles, independentemente da presença ou ausência de pigmento.

Gama et al. (2011) também verificaram que inoculações em folhas de cajueiro tanto com isolados pigmentados quanto com isolados de *X. citri* pv. *anacardii* induziram sintomas típicos da mancha de xanthomonas, demonstrando a estreita relação entre esses isolados independente da hospedeira de origem. Estes dados em conjunto indicam que isolados pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* caracterizam-se como uma forma variante de *X. citri* pv. *anacardii*, sugerindo especificidade destes isolados em relação ao cajueiro. No entanto, embora o elevado grau de relacionamento entre esses isolados seja evidente, estudos mais conclusivos são necessários para determinar o real status taxonômico dos isolados pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae*.

Atualmente, análises das sequências de genes *housekeeping* e de patogenicidade estão sendo conduzidas no Laboratório de Fitobacteriologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Com tais análises espera-se elucidar o status taxonômico dos isolados pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* e definir o relacionamento filogenético entre esses isolados e *X. citri* pv. *anacardii*.

5. DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE FITOBACTÉRIAS ASSOCIADAS AO CAJUEIRO

Vários métodos moleculares têm sido utilizados para detectar, identificar

e analisar a variabilidade de fitopatógenos. Neste contexto, a observação da ocorrência de três famílias de sequências repetitivas intergênicas em bactérias, conhecidas como elementos REP (*repetitive extragenic palindromic*), ERIC (*enterobacterial repetitive intergenic consensus*) e BOX, propiciaram o desenvolvimento de protocolos baseados na produção de perfis de DNA repetitivos no genoma por meio de PCR (Polymerase Chain Reaction) (referido como rep-PCR), no qual *primers* foram desenvolvidos para amplificar a região intergênica do DNA entre duas sequências repetitivas adjacentes (LOUWS et al., 1999). Dessa forma, os fragmentos amplificados são separados por eletroforese em gel de agarose, gerando perfis específicos (DE BRUIJN, 1992).

As vantagens desta técnica consistem no fato que nem o conhecimento prévio da estrutura genômica de uma determinada espécie e nem uma seleção inicial de *primers* são necessários para identificação de bactérias (LOUWS et al., 1999). Além disso, rep-PCR tem sido amplamente utilizada para identificação e diferenciação de isolados e para avaliação da diversidade genética de bactérias tais como *Xanthomonas* spp. e *Pseudomonas* spp. (LOUWS et al., 1994).

BOX e ERIC-PCR foram utilizados para identificar isolados pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* e diferenciá-los de isolados de *X. axonopodis* pv. *spondiae*, *X. citri* pv. *mangiferaeindicae* e *X. citri* pv. *anacardii* (GAMA et al., 2011). Segundo esses autores, análises de agrupamento com os perfis gerados por meio de rep-PCR (BOX e ERIC analisados isoladamente e em conjunto) permitiram a diferenciação entre os isolados pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae*, *X. citri* pv. *anacardii*, *X. citri* pv. *mangiferaeindicae* e *X. axonopodis* pv. *spondiae* a um nível de 70% de similaridade.

Atualmente existem *primers* (IS 3F - GGGCGACCTGCGTTAAGCGT e IS 3R – AAGCTGCGCACCGGCTCAAT) desenvolvidos especificamente para detecção e identificação de *X. citri* pv. *mangiferaeindicae* (GAMA et al., 2011). Estes primers amplificam um fragmento de 979 pb da sequência de inserção IS1595 encontrada apenas no genoma de *X. citri* pv. *mangiferaeindicae* (AH-YOU et al., 2007), tornando-os uma eficiente ferramenta a ser adotada em medidas quarentenárias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a mancha de xanthomonas seja uma doença relativamente nova e de relevante importância para a cajucultura na Região Nordeste, alguns

aspectos relevantes sobre a doença e o patógeno já foram elucidados e expostos nessa revisão. No entanto, mais estudos sobre a diversidade e o posicionamento taxonômico desse patógeno são necessários para esclarecer o relacionamento entre isolados pigmentados de *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* causadores da mancha de xanthomonas e isolados de *X. citri* pv. *anacardii* causadores da mancha angular. Além disso, aspectos da interação bactéria-planta também precisam ser esclarecidos para o embasamento de novas medidas de controle que possam ser inseridas no manejo integrado tanto da mancha de xanthomonas quanto da mancha angular do cajueiro.

7. REFERÊNCIAS

AH-YOU, N.; GAGNEVIN, L.; CHIROLEU, F.; JUEN, E.; RODRIGUES NETO, J.; PRUVOST, O. Pathological variations within *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* supported its separation into three distinct pathovars that can be distinguished by amplified fragment length polymorphism. **Phytopathology**, v. 97, p.1568-1577, 2007.

AH-YOU, N.; GAGNEVIN, L.; GRIMONT, P. A. D.; BRISSE, S.; NESME, X.; CHIROLEU, F.; BUI THI NGOC, L.; JUEN, E.; LEFEUVRE, P.; VERNIÈRE, C.; PRUVOST, O. Polyphasic characterization of xanthomonads pathogenic to members of the Anacardiaceae and their relatedness to species of *Xanthomonas*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 59, p. 306-318, 2009.

AH-YOU, N.; GAGNEVIN, L.; PRUVOST, O. First report in Myanmar of *Xanthomonas axonopodis* pv. *mangiferaeindicae* causing mango bacterial canker on *Mangifera indica*. **Plant Disease**, v. 91, p. 1686, 2007.

ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Ed.). **Cajucultura**: modernas técnicas de produção. Fortaleza: Embrapa/CNPAT, 1995.

BARBOSA, F. R.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A.; MOREIRA, A. N.; TAVARES, S. C. C.; LIMA, M. F.; MOREIRA, W. A. **Monitoramento de pragas e doenças na cultura da mangueira**. Petrolina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000.

BARROS, L. M. Botânica, origem e distribuição geográfica. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Ed.). **Cajucultura**: modernas técnicas de produção. Fortaleza: Embrapa/CNPAT, 1995. p. 55-71.

BARROS, L. M.; PIMENTEL, C. R. M.; CORREA, M. P. F.; MESQUITA, A. L. M. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão-precoce**. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1993.

BREED, R. S.; MURRAY, E. G. D.; SMITH, N. R. **Bergey's manual of determinative bacteriology**. Baltimore: Williams and Wilkins, 1957.

CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. Identificação e manejo das principais doenças. In: MELO, Q. M. S. (Ed.). **Caju: fitossanidade**. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2002. p. 41-51.

CAVALCANTE, A. L.; MINDÉLLO, M. G. **Evolução das exportações cearenses de castanha de caju: 2007 a 2012**. Fortaleza: IPECE, 2013.

CODEVASF. **A cadeia produtiva do caju**. Brasília, 2012.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, V. H.; VAN RAIJ, B.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação**. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001.

DE BRUIJN, F. J. Use of repetitive (Repetitive Extragenic Palindromic and Enterobacterial Repetitive Intergeneric Consensus) sequences and the polymerase chain reaction to fingerprint the genomes of *Rhizobium meliloti* isolates and other soil bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 58, p. 2180-2187, 1992.

DESTÉFANO, S. A. L.; ALMEIDA, I. M. G.; MALAVOLTA JÚNIOR, V. A.; PAPA, M. F. S.; BALANI, D. M.; FERREIRA, M. Caracterização molecular de *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* isolada de caju. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 117, 2001.

DOIDGE, E. A bacterial disease of the mango *Bacillus mangiferae* n. sp. **Annals of Applied Biology**, v. 2, p. 1-45, 1915.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT 2011. Roma, 2011. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 20 set. 2013.

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, p. 489-494, 2002.

GAGNEVIN, L.; LEACH, J. E.; PRUVOST, O. Genomic variability *Xanthomonas* pathovar mangiferaeindicae, agent of mango bacterial black spot. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, p. 246-253, 1997.

GAGNEVIN, L.; PRUVOST, O. Epidemiology and control of mango bacterial black spot. **Plant Disease**, v. 85, p. 928-935, 2001.

GAMA, M. A. S.; MARIANO, R. L. R.; VIANA, F. M. P.; FERREIRA, M. A. S. V.; SILVEIRA, E. B. Sintomas sistêmicos em cajueiro causados por isolados pigmentados de *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 42., 2009, Rio de Janeiro. **Anais...** Brasília: Tropical Plant Pathology, 2009. p. 14.

GAMA, M. A. S.; MARIANO, R. L. R.; VIANA, F. M. P.; FERREIRA, M. A. S. V.; SOUZA, E. B. Polyphasic characterization of pigmented strains of *Xanthomonas* pathogenic to cashew trees. **Plant Disease**, v. 95, p. 793-802, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIDRA 2011**: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=26&i=P>. Acesso em: 15 set. 2013.

LOUWS, E. J.; FULBRIGHT, D. W.; STEPHENS, C. T.; BRUIJN, F. J. Specific genomic fingerprints of phytopathogenic *Xanthomonas* and *Pseudomonas* pathovars and strains generated with repetitive sequences and PCR. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, p. 2286-2295, 1994.

LOUWS, E. J.; RADEMAKER, J. L. W.; BRUIJN, F. J. The three Ds of PCR-based genomic analysis of phyto bacteria: diversity, detection and disease diagnosis. **Annual Review of Phytopatology**, v. 37, p. 81-125, 1999.

MANICON, B.Q.; PRUVOST, O. Bacterial black spot. In: PLOETZ, R. C.; ZENTMYER, G. A.; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBACH, K. G.; OHR, H. D. (Ed.). **Compendium of tropical fruit diseases**. St. Paul: APS Press, 1994. p. 41-42.

MANICON, B. Q.; WALLIS, F. M. Further characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 34, p. 77-79, 1984.

MELO, Q. M. S.; BLEICHER, E. **Frutas do Brasil**: caju fitossanidade. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2002.

MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. **Fisiologia e tecnologia pós colheita do pedúnculo do caju**. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1995.

MIDHA, S.; RANJAN, M.; SHARMA, V.; PINNAKA, A. K.; PATIL, P. B. Genome sequence of *Xanthomonas citri* pv. *mangiferaeindicae* strain LMG 941. **Journal of Bacteriology**, v. 194, p. 3031, 2012.

OLIVEIRA, V. H. (Ed.). **Cultivo do cajueiro**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Caju/CultivodoCajueiro/autores.htm>>. Acesso em: 20 set. 2013.

OLIVEIRA, V. H. (Ed.). **Cultivo do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2002.

PAIVA, R. P.; BARROS, L. M. **Clones de cajueiro**: obtenção, características e perspectivas. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2004.

PAPA, M. F. S.; MATOS, E. C.; ALMEIDA, I. M. C.; MALAVOLTA JÚNIOR, V. A.; BOLIANI, A. C. Ocorrência da mancha-angular (*Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*) em cajueiro no estado do Mato Grosso do Sul. **Summa Phytopathologica**, v. 27, p. 119, 2001.

PATEL, M. K.; KULKARNI, Y. S.; MONIZ, L. *Pseudomonas mangiferae-indicae*, pathogenic on mango. **Indian Phytopathology**, v. 1, p. 147-152, 1948a.

PATEL, M. K.; MONIZ, L.; KULKARNI, Y. S. A new bacterial disease of *Mangifera indica* L. **Current Science**, v. 6, p. 189-190, 1948b.

PRUVOST, O.; BOYER, C.; VITAL, K.; VERNIERE, C.; GAGNEVIN, L. First report in Mali of *Xanthomonas citri* pv. *mangiferaeindicae* causing mango bacterial canker on *Mangifera indica*. **Plant Disease**, v. 95, p. 774, 2011.

PRUVOST, O.; BOYER, C.; VITAL, K.; VERNIERE, C.; GAGNEVIN, L. First report in Mali of *Xanthomonas citri* pv. *mangiferaeindicae* causing mango bacterial canker on *Mangifera indica*. **Plant Disease**, v. 96, p. 581, 2012.

PRUVOST, O.; COUTEAU, A.; PERRIER, X; LUISETTI, J. Phenotypic diversity of *Xanthomonas* sp. *mangiferaeindicae*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 84, p. 115-124, 1998.

RADEMAKER, J. L. W.; LOUWS, F. J.; SCHULTZ, M. H.; ROSSBACH, U.; VAUTERIN, L.; SWINGS, J.; DE BRUIJN, F. J. A comprehensive species to strain taxonomic framework for *Xanthomonas*. **Phytopathology**, v. 95, p. 1098-1111, 2005.

ROBBS, C. F. **Algumas bactérias fitopatogênicas do Distrito Federal**. *Agronomia*, v. 14, p. 147-164, 1955.

ROBBS, C. F.; NETO, J. R.; RIBEIRO, R. L. D.; KIMURA, O. Annotated list of bacterial plant pathogens in Brazil. INTERNATIONAL PLANT PATHOGENIC BACTERIA, 5., 1981, Cali. **Proceedings...** Cali: CIAT, 1981. p. 601-612.

ROBBS, C. F.; PONTE, J. J.; SALES, M. G. Nota sobre *Xanthomonas mangiferaeindicae* no nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 3, p. 215-217, 1978.

ROBBS, C. F.; RIBEIRO, R. D. L.; KIMURA, O. Sobre a posição taxonômica de *Pseudomonas mangiferaeindicae* Patel et al. 1948, agente causal da “Mancha bacteriana” das folhas da mangueira (*Mangifera indica* L.). **Arquivo da Universidade Federal do Rio de Janeiro**, v. 4, p. 11-14, 1974.

ROBBS, C. F.; RODRIGUES NETO, J. Enfermidades causadas por bactérias em fruteiras tropicais no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 25, p. 73, 1999.

SCHAAD, N. W.; POSTNIKOVA, E.; LACY, G. H.; SECHLER, A.; AGARKOVA, I.; STROMBERG, P. E.; STROMBERG, V. K.; VIDAVER, A. K. Reclassification of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (ex Hasse 1915) Dye 1978 forms A, B/C/D, and E as *X. smithii* subsp. *citri* (ex Hasse) sp. nov. nom. rev. comb. nov., *X. fuscans* subsp. *aurantifolii* (ex Gabriel 1989) sp. nov. nom. rev. comb. nov., and *X. alfalfae* subsp. *citrumelo* (ex Riker and Jones) Gabriel et al., 1989 sp. nov. nom. rev. comb. nov.; *X. campestris* pv. *malvacearum* (ex Smith 1901) Dye 1978 as *X. smithii* subsp. *smithii* nov. comb. nov. nom. nov.; *X. campestris* pv. *alfalfae* (ex Riker and Jones, 1935) Dye 1978 as *X. alfalfae* subsp. *alfalfae* (ex Riker et al., 1935) sp. nov. nom. rev.; and “var. *fuscans*” of *X. campestris* pv. *phaseoli* (ex Smith, 1987) Dye 1978 as *X. fuscans* subsp. *fuscans* sp. nov. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 28, p. 494–518, 2005.

SOMÉ, A.; SAMSON, R. Isoenzyme diversity in *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*. **Plant Pathology**, v. 45, p. 426-431, 1996.

STEYN, P. L.; VILJOEN, N. M.; KOTZÉ, J. M. The causal organism of bacterial black spot of mangoes. **Phytopathology**, v. 64, p. 1400-1404, 1974.

TEIXEIRA, L. S. M. Doenças. In: LIMA, V. P. M. S. (Ed.). **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1998. p. 231-266.

VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E.; SARAIVA, H. Á. 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.

VIANA, F. M. P.; FERREIRA, M. A. S. V.; MARIANO, R. L. R.; SARAIVA, H. Á. O.; TRINDADE, L. C. **Mancha-de-Xanthomonas**: nova doença do cajueiro. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006a.

VIANA, F. M. P.; SARAIVA, H. Á. O.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E. **Mancha-de-Xanthomonas-do-cajueiro**: sintomas e controle. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006b. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 114).

VIANA, F. M. P.; SARAIVA, H. A. O.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E. Ocorrência da bacteriose do cajueiro nos Estados do Piauí e Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 30, Suplemento, p. 65, 2005. Resumo 058.