

**FRANCISCO CONRADO QUEIROZ CARVALHO**

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELANCIA QUANTO À RESISTÊNCIA À  
MANCHA AQUOSA**

**RECIFE-PE  
FEVEREIRO – 2012**

**FRANCISCO CONRADO QUEIROZ CARVALHO**

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELANCIA QUANTO À RESISTÊNCIA À  
MANCHA AQUOSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:**

Orientadora: Elineide Barbosa de Souza

Co-orientadora: Rosa de Lima Ramos Mariano

**RECIFE-PE  
FEVEREIRO – 2012**

Ficha catalográfica

C331a Carvalho, Francisco Conrado Queiroz  
Avaliação de genótipos de melancia quanto à  
resistência à mancha aquosa / Francisco Conrado Queiroz  
Carvalho. – Recife, 2012.  
52 f. : il.

Orientadora: Elineide Barbosa de Souza.  
Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de  
Agronomia, Recife, 2012.  
Referências.

1. *Citrullus lanatus* 2. *Acidovorax citrulli* 3. Resistência  
genética 4. Pré-melhoramento 5. Transmissão bacteriana  
I. Souza, Elineide Barbosa de, orientadora II. Título

CDD 632

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELANCIA QUANTO À RESISTÊNCIA À  
MANCHA AQUOSA**

**FRANCISCO CONRADO QUEIROZ CARVALHO**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 29/02/2012

**ORIENTADORA:**

---

Prof<sup>ª</sup> Dra. Elineide Barbosa de Souza (UFRPE)

**EXAMINADORES:**

---

Prof. Dr. Gilvan Pio-Ribeiro (UFRPE)

---

Dra. Rita de Cássia Souza Dias (Embrapa Semiárido)

---

Dra. Janaína Cortêz de Oliveira

**RECIFE-PE  
FEVEREIRO – 2012**

*A Deus pelo amor, força e paciência, que nos faz caminhar e vencer a cada dia.*

*Aos meus queridos pais, Queiroz e Quitéria, e irmã, Lia, pelo amor, confiança e incentivo, impulsionando-me a levantar independente do tamanho do tombo e por representar um porto seguro para onde tenho certeza de que poderei sempre voltar.*

## **DEDICO**

*À Laura, minha esposa, amiga e eterna namorada, por entender as ausências e estar sempre presente, me apoiando de forma incondicional em meio às dificuldades.*

*A João Pedro, meu amado filho, simplesmente por existir e deixar meus dias tão leves e felizes.*

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ter me concedido a vida e a oportunidade de estar aqui hoje;

As minhas queridas orientadoras Dra. **Elineide Barbosa de Souza** e Dra. **Rosa de Lima Ramos Mariano**, pela influência, incentivo e paciência ao longo desses dois anos de mestrado;

À Pesquisadora Dra. **Rita de Souza Dias**, por todo apoio, disponibilidade, compreensão e paciência, e aos bolsistas e estagiários da Embrapa Semiárido pela ajuda no decorrer dos experimentos realizados em Petrolina;

À **Universidade Federal Rural de Pernambuco** pelo apoio institucional, e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo;

À minha esposa **Laura** e meu filho **João Pedro** pelo amor incondicional, momentos de felicidade de todos os dias e pelo simples fato de existirem;

Aos meus pais, **Queiroz** e **Quitéria**, por todo amor e apoio em todas as fases de minha vida;

À minha irmã **Lia**, pelo carinho e amizade que sempre existiu entre nós;

Ao meu sogro **Jorge** e minha sogra **Vera** por toda compreensão e apoio nos momentos difíceis;

À **Dona Laura**, ao **Seu Vavá** e todos da **família Carvalho**, por terem me acolhido e proporcionado alegria em momentos difíceis;

Aos amigos do curso de Mestrado: **Neto, Wiler, Camila, Susan, Gustavo, Willie, Cléia, Arinaldo, Diene, Mayumi, Marcondes e Izabel**, pelo momento de amizades vividas;

Aos **professores do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia** que contribuíram para a minha formação;

Aos meus companheiros do Laboratório de Fitobacteriologia: **Liliana, Mirzânia, Kátia, Chris, Edilaine, Iva, Marco, Adriano, Aldenir, Luydson, Mirtis, Willams, Emerson, Hailson, Tássia, Luciana e Greecy** pela amizade e apoio nos momentos de indecisão;

Ao amigo **Seu Luiz Coelho**, por fazer dos momentos difíceis e trabalhosos da casa de vegetação, uma grande diversão;

Aos Professores Dr. **Sami J. Michereff**, Dr. **Delson Laranjeira**, Dr. **Gilvan Pio Ribeiro** e Dr. **Marcos Câmara**, bem como à Dra. **Janaina Barbosa** e a Pesquisadora Dra. **Angélica Barbosa**, que de alguma forma colaboraram para a realização dos trabalhos.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
AGRADECIMENTOS .....	vi
SUMÁRIO.....	vii
RESUMO GERAL .....	viii
GENERAL ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I.....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	11
Histórico e importância socioeconômica da melancia .....	11
Mancha aquosa da melancia ( <i>Acidovorax citrulli</i> ).....	13
Manejo da mancha aquosa.....	17
Fontes de resistência à mancha aquosa.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
CAPÍTULO II.....	29
Introdução.....	31
Material e métodos .....	32
Obtenção do isolado de <i>Acidovorax citrulli</i> .....	32
Genótipos de melancia.....	33
Inoculação em sementes .....	33
Inoculação em plântulas .....	34
Inoculação em plantas antes da floração .....	35
Inoculação em plantas em estádios de floração e frutificação.....	35
Teste de transmissão em sementes .....	36
Análises estatísticas .....	36
Resultados.....	36
Inoculação em sementes .....	36
Inoculação em plântulas .....	37
Inoculação em plantas antes da floração .....	38
Inoculação em plantas em estádios de floração e frutificação.....	38
Teste de transmissão em sementes .....	39
Discussão.....	39
Agradecimentos .....	43
Referências .....	43
CONCLUSÕES GERAIS .....	53

## RESUMO GERAL

A mancha aquosa, causada pela bactéria *Acidovorax citrulli*, ocorre em distintos órgãos de melancia, em diferentes estádios de desenvolvimento, sendo os sintomas mais comuns e de fácil diagnose nos frutos. Essa doença é responsável por elevadas perdas econômicas na cultura do meloeiro no Brasil e uma grande ameaça para a melancia. Isto justifica a busca de fontes de resistência a serem utilizadas em programas de melhoramento visando à obtenção de variedades dessa olerícola com resistência a doença. Com o objetivo de selecionar genótipos com potencial de utilização no manejo da mancha aquosa, avaliou-se o nível de resistência de 74 genótipos de melancia pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas para o Nordeste Brasileiro (BAG) da Embrapa Semiárido, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta: sementes (74 genótipos), plântulas e plantas antes da floração (29 genótipos), plantas durante a floração e frutificação (7 genótipos). Os genótipos foram avaliados quanto a incidência ou severidade da doença, esta estimada com auxílio de escalas descritivas. Adicionalmente, foi determinada a transmissão de *A. citrulli* em sementes oriundas de frutos sintomáticos e assintomáticos. Nenhum genótipo de melancia foi imune à mancha aquosa, e a maioria apresentou variação nas reações de resistência. Porém, os genótipos BG CIA 979, BG CIA 34 e ‘Sugar Baby’ mostraram altos níveis de resistência na maioria dos ensaios realizados, indicando possuírem genes para resistência à mancha aquosa que poderão ser utilizados em programas de melhoramento. Sementes de frutos sintomáticos e assintomáticos dos sete genótipos apresentaram transmissão de *A. citrulli* de até 35,3% e 8,7% respectivamente, confirmando que frutos assintomáticos podem abrigar sementes contaminadas responsáveis pela transmissão da bactéria.

**Palavras-Chave:** *Citrullus lanatus*, *Acidovorax citrulli*, resistência genética, pré-melhoramento, transmissão bacteriana.

## GENERAL ABSTRACT

Bacterial fruit blotch caused by *Acidovorax citrulli* occurs in different parts of watermelon plant, at different stages of development but symptoms are more conspicuous and easy to diagnose in fruit. BFB has caused significant economic losses to melon production in Brazil and is a major threat to the watermelon fields. This justifies the research for resistance sources to be used in breeding programs aiming to obtain varieties resistant to BFB, since they do not yet exist. To select genotypes with potential use in the management of fruit blotch, the resistance level of watermelon genotypes belonging to the Cucurbits Germplasm Active Bank for the Brazilian Northeast (Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas para o Nordeste Brasileiro - BAG) of Embrapa Semiárido was evaluated at different plant developmental stages: seeds (74 genotypes), seedlings and plants before flowering (29 genotypes) as well as plants during flowering and fruiting (7 genotypes). The genotypes were evaluated for the incidence or severity of the disease, which was estimated with the aid of descriptive scales. Additionally, *A. citrulli* transmission was determined in seeds derived from symptomatic and asymptomatic fruits. No watermelon genotype was immune to fruit blotch, and the majority showed variations in resistance responses. However, the genotypes BGCIA 979, BGCIA 34 and Sugar Baby showed high levels of resistance at most stages of plant development, thereby suggesting that these genotypes possess fruit blotch resistance genes that could be used in breeding programs. Seeds from symptomatic and asymptomatic fruits of the seven tested genotypes showed transmission rates of *A. citrulli* up to 35.3% and 8.7%, respectively. These results confirm that asymptomatic fruits can harbor contaminated seeds that are responsible for the transmission of the bacteria.

**Keywords:** *Citrullus lanatus*, *Acidovorax citrulli*, genetic resistance, pre-breeding, seed transmission.

## **CAPÍTULO I**

---

---

### **INTRODUÇÃO GERAL**

# AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELANCIA QUANTO À RESISTÊNCIA À MANCHA AQUOSA

## INTRODUÇÃO GERAL

### Histórico e importância socioeconômica da melancia

A família Cucurbitaceae abrange diversas espécies vegetais de importância econômica, tais como melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), melão (*Cucumis melo* L.), abóbora (*Cucurbita moschata* Duchesne) e pepino (*Cucumis sativus* L.). No entanto, a cultura de maior destaque deste grupo é a melancia, que tem as regiões secas da África Tropical como centro de origem, aonde vem sendo cultivada há mais de 5000 anos. Foi introduzida no Brasil entre os anos de 1551 a 1557, durante o tráfico de escravos, com a produção destinada a abastecer os mercados locais (ROMÃO, 1996; WHITAKER; DAVIES, 1962). Na década de 50 seu cultivo comercial foi estabelecido no estado de São Paulo, a partir de variedades melhoradas nos Estados Unidos e no Japão (COSTA; PINTO, 1977), chegando ao Nordeste na década de 70. As cultivares de melancia de origem americana e japonesa são as principais cultivadas no Brasil, tendo como destaque: Crimson Sweet, Charleston Gray, Sugar Baby, Jubilee, Fairfax, Flórida Gigante, Omaru Yamato, além de alguns híbridos que estão no mercado como Crimson Glory, Emperor, Eureka, Rubi AG-8 e Safira AG-124. Também têm sido disponibilizados alguns híbridos de melancia sem sementes, dos quais o mais comum é o Tiffany. No Brasil, a cultivar Crimson Sweet é a mais plantada, respondendo por mais de 90% do fornecimento ao mercado consumidor (DIAS et al., 2010). Vale salientar que a maioria das variedades melhoradas de melancia não foram desenvolvidas para as condições ambientais brasileiras, tendo como consequência uma maior suscetibilidade a problemas fitossanitários.

A melancia é uma planta herbácea, com ciclo anual que varia de 70 a 120 dias, dependendo das condições ambientais e da cultivar utilizada. Seu hábito de crescimento é rasteiro, com várias ramificações que alcançam até cinco metros de comprimento com gavinhas ramificadas. São plantas alógamas ou de reprodução cruzada, mas que não perdem o vigor com a autofecundação. O sistema radicular é extenso, mas superficial, com predomínio de raízes nos primeiros 60 cm do solo. As folhas da melancia são profundamente lobadas (FILGUEIRA, 2003). A espécie é monóica com flores solitárias, pequenas e de corola amarela que permanecem abertas durante menos de um dia e são polinizadas por abelhas. O fruto é um pepônio com peso que varia entre 1 a 25 kg, cujo formato pode ser arredondado,

oblongo ou alongado, podendo atingir 60 cm de comprimento. A casca é espessa, o exocarpo é em geral verde, claro ou escuro e a polpa é normalmente vermelha, podendo ser amarela, laranja, branca ou verde (ALVARENGA; RESENDE, 2002; FILGUEIRA, 2003).

A importância social da melancia no Nordeste brasileiro se deve ao fato da mesma ser cultivada principalmente por agricultores familiares, de possuir um manejo relativamente simples e ter um baixo custo de produção quando comparada com outras espécies hortifrutícolas. Tem um papel fundamental na fixação do homem no campo, pela geração de receita e empregos, diminuindo significativamente o êxodo rural (ROCHA, 2010).

Segundo a FAO (2011), a produção mundial de melancia em 2010 correspondeu a um montante de aproximadamente 85 milhões de toneladas, sendo a China, Irã, Turquia, Brasil e Estados Unidos responsáveis por cerca de 80% dessa produção. Araújo (2009) destacou a importância da melancia como uma das principais frutas em volume de produção mundial e também estando entre os dez produtos hortifrutícolas mais exportados, com um mercado estimado em mais de 1,7 milhões de toneladas por ano. No cenário nacional, os dois principais pólos de produção, no ano de 2009, foram as regiões Sul e Nordeste, com cerca de 34,34% e 30,10% do total produzido, respectivamente (IBGE, 2010). Segundo o Agriannual (2011), em 2010, os estados da Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte foram os maiores produtores na região Nordeste, com 275.017, 98.583 e 59.219 mil toneladas, respectivamente. A produção brasileira é quase que totalmente destinada a abastecer o mercado interno, estando em um patamar inferior com relação à exportação, quando comparado com os principais países exportadores: México, Espanha e Estados Unidos, com 555.076, 377.283 e 188.733 toneladas, respectivamente (AGRIANUAL, 2011).

Dentre os diversos fatores limitantes à produção da melancia, as doenças têm provocado grandes perdas na produtividade e qualidade dos frutos. Por afetarem a aparência, podem levar ao descarte, além de encarecer o custo de produção com o uso excessivo de defensivos (CÉSAR; SANTOS, 2001). Dentre as principais doenças que ocorrem na melancia, merecem destaque: oídio [*Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtend.:Fr) Pollacci]; cancro das hastes [*Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm]; alternariose [*Alternaria cucumerina* (Ellis & Everh) Elliott]; murcha de fusário [*Fusarium oxysporum* Schlechtend.:Fr f.sp. *niveum* (E. F. Sm) W. C. Snyder & H. N. Hans]; e as viroses causadas pelo vírus da mancha anelar do mamoeiro, estirpe melancia (*Papaya ringspot virus* – type watermelon, PRSV-W) e vírus do mosaico da melancia (*Watermelon mosaic virus* - WMV). Uma doença que vem ameaçando a cultura da melancia no Brasil é a mancha aquosa, causada pela bactéria *Acidovorax citrulli* (SCHAAD et al.) Schaad et al [sin: *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* Schaad et

al.; *Pseudomonas avenae* subsp. *citrulli* (Schaad et al.) Hu et.; *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Schaad et al.) Willems et al.].

### **Mancha aquosa da melancia (*Acidovorax citrulli*)**

A mancha aquosa da melancia, também conhecida por mancha bacteriana do fruto, foi inicialmente relatada nos Estados Unidos no ano de 1965 (WEBB; GOTH, 1965). Nos dias atuais, a doença é encontrada de forma quase que generalizada no seu país de origem: Geórgia (SCHAAD et al., 1978), Ilhas Marianas (WALL; SANTOS, 1988), Flórida (HOPKINS, 1989; SOMODI et al., 1991), Indiana (RANE; LATIN, 1990), Oklahoma (JACOBS et al., 1992) e Texas (ISAKEIT et al., 1997). Além dos Estados Unidos, países como Austrália (O'BRIEN; MARTIN, 1999), Turquia (DEMIR, 1996), Costa Rica (MORA-UMAÑA; ARAYA, 2002), Nicarágua (MUÑOZ; MONTERROSO, 2002), Venezuela (CONTRERAS et al., 1999), Israel (BURDMAN et al., 2005), Japão (SHIRAKAWA et al., 2000), Tailândia e China (SCHAAD et al., 2003) relataram o patógeno causando doença em melancia.

No Brasil, Robbs et al. (1992) detectaram o patógeno causando manchas em frutos de melancia nos municípios de Assis, Marília e Presidente Prudente, em São Paulo. Posteriormente, a mancha aquosa foi assinalada causando doença em melancia nos estados de Minas Gerais (MACAGNAN et al., 2003), Roraima (HALFELD-VIEIRA; NECHET, 2007), Pernambuco, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul, preocupando os produtores e pesquisadores.

Ao contrário do que ocorre em outros países, onde a mancha aquosa é mais relevante para a cultura da melancia (ISAKEIT et al., 1999; WALL; SANTOS, 1988), no Brasil essa doença ocasiona grandes perdas econômicas no meloeiro. Especialmente nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, que despontam como um dos principais pólos de produção, as perdas devido a essa doença são estimadas em torno de 40 a 50%, podendo atingir até 100%, sobretudo durante o período chuvoso (SALES JÚNIOR; MENEZES, 2001). As epidemias de mancha aquosa em melancia têm sido atribuídas ao plantio de sementes contaminadas e os prejuízos econômicos têm sido elevados devido às restrições de comercialização dos frutos. Sabe-se que isolados de *A. citrulli* provenientes de meloeiro são patogênicos a melancia (OLIVEIRA et al. 2007; WALCOTT et al. 2004), plantios dessas duas cucurbitáceas são frequentemente encontrados numa mesma área e que a bactéria sobrevive em plântulas voluntárias e em diversas hospedeiras alternativas encontradas em áreas de cultivo

(NASCIMENTO et al. 2004; OLIVEIRA et al. 2003; ROBBS et al. 1991). Esses pontos indicam o risco potencial da mancha aquosa para a cultura da melancia no Brasil.

*Acidovorax citrulli* é uma bactéria Gram negativa, possui forma de bastonete, aeróbia e móvel por um flagelo polar. Apresenta bom crescimento em meio de cultura de rotina como ágar nutritivo - extrato de levedura - dextrose (NYDA), onde forma colônias pequenas com 0,7 a 1,0 mm, brancas ou cremes, e não fluoresce em meio King B. Não hidrolisa a arginina e possui reações positivas para os testes de catalase, oxidase, urease e lipase (SCHAAD et al., 1978). Cavalcanti et al. (2005), analisando as condições favoráveis ao cultivo de quatro isolados de *A. citrulli*, observaram crescimento da bactéria entre 5 e 45°C, com máximo a 35°C; na faixa de pH de 5,0 a 9,0, com máximo em pH 7,0; tolerância a concentrações de 1, 2, 3 e 4% de NaCl, com crescimento máximo a 2% e mínimo a 4%; e utilização dos carboidratos fermentáveis glucose, galactose, ramnose, sacarose, lactose, maltose, amido, inulina, manitol, dulcitol, sorbitol e salicina. Conforme a descrição do isolado tipo (*P. pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli*), a espécie não induz reação de hipersensibilidade em fumo (*Nicotiana tabacum* L.), contudo, a reação já foi observada em diversos isolados da bactéria (RANE; LATIN, 1992; SILVEIRA et al., 2003; SOMODI et al., 1991).

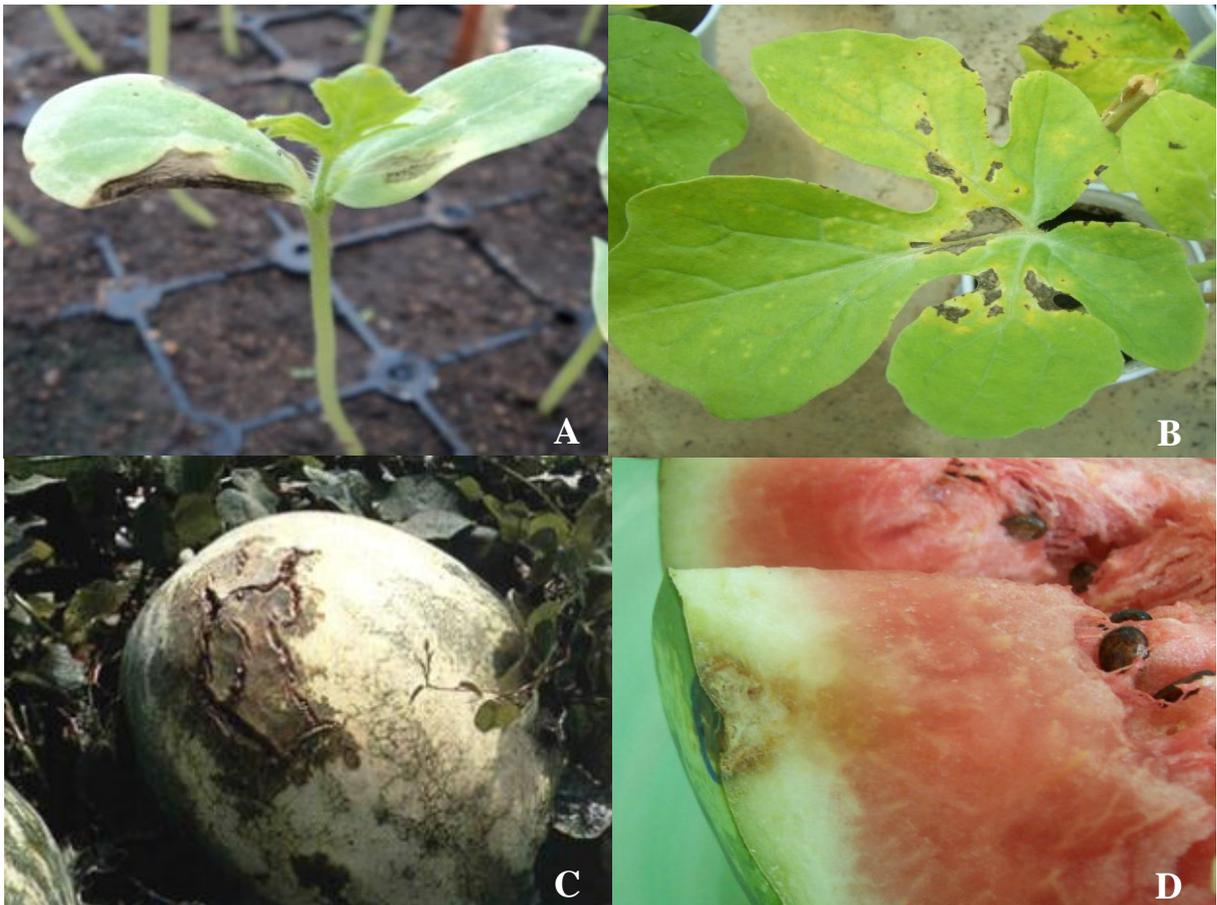
Distintos órgãos da planta, em diferentes estádios de desenvolvimento, podem ser afetados por *A. citrulli*. A bactéria é habitante da semente, e o ciclo da mancha aquosa começa com a contaminação deste órgão, as quais são transferidas para instalações de produção de mudas, onde condições quentes e úmidas favorecem a sua disseminação (LATIN; HOPKINS, 1995), que ocorre a longas distâncias, com níveis de infecção variando de 10 a 91% (O'BRIEN; MARTIN, 1999; OLIVEIRA et al., 2001). Plântulas em emergência são altamente suscetíveis a bactéria. Se uma pequena infecção ocorre, os sintomas podem não ser detectados e as plântulas poderão ser transplantadas para o campo (BAHAR et al., 2009), sendo disseminada para plântulas ou plantas vizinhas através de respingos de água de chuva e irrigação, solos infestados, insetos, implementos agrícolas, operários de campo (SANTOS; VIANA, 2000) e aerossóis (HOPKINS et al., 1992). Plantas adultas são relativamente resistentes ao patógeno e os sintomas podem ser imperceptíveis. Plantas aparentemente saudáveis podem servir como fonte de inóculo para infecções posteriores no fruto, que são altamente suscetíveis (BAHAR et al., 2009). Sob ótimas condições de temperatura e umidade, perdas totais podem ocorrer em campos afetados, porque frutos sintomáticos não são comercializáveis (LATIN; HOPKINS, 1995). A disseminação na pós-colheita pode ocorrer de forma limitada através do contato entre frutos saudáveis e doentes (RUSHING et al., 1997).

A bactéria penetra nas folhas através dos estômatos e nos frutos via estômatos e lenticelas, sendo os frutos verdes mais suscetíveis à invasão bacteriana do que os maduros (SILVA NETO et al., 2006; WIEBE et al., 2004). *A. citrulli* penetra nas sementes pelo sistema vascular da planta, embora a abertura na região do hilo tenha a capacidade de servir como acesso durante o processo de extração das sementes (HOPKINS et al., 1996). Flores também são consideradas um potencial local de penetração da bactéria, a qual foi detectada no estigma e estilete de flores de melancia (LESSL et al., 2007; WALCOTT et al., 2003).

Plântulas de melancia oriundas de sementes contaminadas apresentam como sintoma inicial o aparecimento de manchas encharcadas na parte inferior das folhas cotiledonares (HOPKINS; TOMPSON, 2002). Com a expansão dos cotilédones, as lesões tornam-se necróticas, frequentemente com halos cloróticos e, muitas vezes se estendem ao longo da nervura central (WIEBE et al., 2004). Em plântulas emergindo, as lesões podem ocorrer no hipocótilo, resultando no colapso e morte dessas mudas (HOPKINS et al., 1996).

Os sintomas nas plantas são mais discretos e muito semelhantes a outros causados por patógenos da parte aérea. Quando ocorrem nas folhas, as lesões são pequenas, angulares e de coloração marrom escuras (WIEBE et al., 2004), com ou sem halo (HOPKINS et al., 1996). As lesões podem se espalhar ao longo da nervura central, sendo observadas manchas encharcadas nas hastes (WIEBE et al., 2004).

Os sintomas mais típicos da doença estão na casca dos frutos maduros antes da colheita, embora a infecção ocorra durante a floração e formação destes (ISAKEIT, 1999). A infecção nesse estágio ocorre durante o início de desenvolvimento dos frutos (1-4 semanas após a frutificação), no entanto, tornam-se mais aparentes durante as duas últimas semanas de desenvolvimento dos mesmos. Caracterizam-se, inicialmente, como pequenas manchas encharcadas de margens irregulares com menos de 1 cm de diâmetro (LATIN; HOPKINS, 1995). As lesões tornam-se necróticas, sem se estender inicialmente até a polpa. Essas lesões localizam-se na superfície do fruto que não entra em contato com o solo, progredindo rapidamente (7 a 10 dias) e atingindo uma maior área antes da colheita (ISAKEIT, 1999). Uma exsudação bacteriana é frequentemente observada em estágio mais avançado da doença (WIEBE et al., 2004). Rachaduras são frequentemente visualizadas, causando podridão nos frutos pela entrada de patógenos secundários (HOPKINS; TOMPSON, 2002). Internamente, a bactéria coloniza a polpa, contaminando a semente externa e internamente através da região do hilo, o que dificulta a erradicação (ISAKEIT, 1999). Após a colheita, a severidade do sintoma da mancha aquosa não aumenta drasticamente nos frutos de melancia infectados (RUSHING et al., 1997).



**Figura 1.** Sintomas de mancha aquosa em melancia: plântula (A), planta (B), casca (C) e polpa (D) do fruto [Fontes: Carvalho (2011); Latin; Hopkins (1995)].

No campo, *A. citrulli* sobrevive em plântulas voluntárias e em hospedeiras alternativas: abóbora, pepino, chuchu (*Sechium edule* L.) (ROBBS et al., 1991), abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), cabaça (*Lagenaria vulgaris* Ser.), maxixe (*Cucumis anguria* L.), abóbora moranga (*Cucurbita maxima* Duchesne), berinjela (*Solanum melongena* L.), tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), pimentão (*Capsicum annum* L.), mamoeiro (*Carica papaya* L.), bucha (*Luffa cylindrica* M. Roem.), melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) (NASCIMENTO et al., 2004) e melão-pepino (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud) (OLIVEIRA et al., 2003). Em tecidos de folhas e frutos de meloeiro incorporados ao solo nas profundidades de 0,5 e 10 cm, *A. citrulli* sobreviveu por 28 dias e a 15 cm por 14 dias. No solo, a bactéria, aparentemente, sobrevive menos de uma semana na ausência de uma planta hospedeira (OLIVEIRA, 2008). Em sementes de melancia oriundas de frutos infectados, esse patógeno sobreviveu durante 12 meses, demonstrando a importância desse ambiente para a sobrevivência de *A. citrulli*. (HOPKINS et al., 1996).

### Manejo da mancha aquosa

Atualmente não existe um consenso quanto a melhor medida de controle da mancha aquosa. Entretanto, sabe-se da importância de um manejo integrado, combinando métodos obtidos em pesquisas nos hospedeiros melancia e meloeiro. A primeira medida a ser tomada é a utilização de sementes livres da bactéria, de firmas credenciadas e em embalagens herméticas (SANTOS; VIANA, 2000; VIANA et al., 2000).

Vários tratamentos químicos de sementes têm sido recomendados: hipoclorito de sódio 0,5% por 20 minutos; ácido clorídrico 1,8% por 5 minutos (RANE; LATIN, 1992); ácido láctico 2% por 20 minutos (SANTOS; VIANA, 2000); estreptomicina por 16 horas (1,0 mg/ml) (SOWELL; SCHAAD, 1979); sulfato de estreptomicina 0,1% por 30 minutos; sulfato de estreptomicina 0,1% + solução salina 1,5% por 30 minutos; Bion 0,01% (acibenzolar-S-metil) por 20 minutos (MORAES et al., 2002); Bion 0,01%, sulfato de estreptomicina 0,1%, kasugamicina 0,1% e oxiclureto de cobre 0,5%, isoladamente ou em mistura por 30 minutos (SILVA NETO et al., 2003); e ácido peroxiacético 1.600 µg/ml por 30 minutos, seguindo-se secagem com baixa umidade a 40°C por 24 horas (HOPKINS et al., 2003). O tratamento físico das sementes com água quente a 52° C por 10 minutos é uma medida indicada, uma vez que não interfere na fisiologia da semente, reduzindo a transmissão no campo (SANTOS; VIANA, 2000). Contudo, o isolamento do patógeno da casca e do embrião de sementes oriundas de frutos sintomáticos de melancia e de sementes inoculadas artificialmente, indica que estas são contaminadas interna e externamente e o tratamento de sementes parece não ser uma medida prática de controle para a mancha aquosa (RANE; LATIN, 1992). Para evitar a doença em cultivos estabelecidos, deve-se proteger a planta através de aplicações quinzenais ou semanais com fungicidas cúpricos, iniciando-se na floração, ou antes, e prolongando-se até a maturação dos frutos (WALCOTT et al., 2001), quando as barreiras morfológicas à penetração do patógeno parecem aumentar (FRANKLE et al., 1993).

Medidas culturais são essenciais, principalmente após a entrada de *A. citrulli* no campo. Fazer rotação de culturas por pelo menos três anos, não utilizando hospedeiros alternativos de *A. citrulli*; evitar plantio em áreas úmidas ou em períodos de muitas chuvas; efetuar adubação equilibrada, sem excesso de nitrogênio (VIANA et al., 2000); erradicar plântulas/plantas com sintomas de mancha aquosa; manter temperatura e umidade em níveis baixos em casa de vegetação e estufa (DIAS et al., 1998); destruir restos de culturas, principalmente em campos infectados; diminuir a movimentação de pessoas ou implementos no campo quando as plantas estiverem molhadas (orvalho, irrigação, chuva); evitar plantio direto (ISAKEIT, 1999; O'BRIEN; MARTIN, 1999); eliminar cucurbitáceas silvestres, como

melão-pepino, bucha, cabaça e melão-de-são-caetano (VIANA et al., 2000), são algumas medidas que podem ser adotadas.

Alguns estudos evidenciaram a eficiência de bactérias antagonistas para o biocontrole da mancha aquosa em meloeiro. Os endofíticos ENM5 (*Bacillus* Cohn sp.), ENM9 (*Bacillus cereus* Frankland e Frankland), ENM13 (*Bacillus* sp.), ENM16 (*B. cereus*), ENM32 (*Bacillus subtilis* Cohn) e ENM43 (*Bacillus* sp.) revelaram potencial para o controle da doença, quando aplicados em sementes artificialmente infectadas com *A. citrulli* (OLIVEIRA et al., 2006). O controle da mancha aquosa foi também obtido pelo tratamento de sementes contaminadas utilizando líquidos fermentados com ou sem presença das células de *B. subtilis* (R14), *B. megaterium* de Bary pv. *cerealis* (Hosford) (RAB7), *B. pumilis* (Meyer e Gottheil) (C116) e *Bacillus* sp. (MEN19), sendo os melhores resultados obtidos com RAB7 que proporcionou redução da incidência e severidade da doença (SANTOS et al., 2006). Já Medeiros et al. (2009) testaram 50 isolados de bactérias endofíticas e epifíticas obtidas de melão e outras culturas e selecionaram o isolado RAB9 (*Bacillus* sp.) como eficiente no controle da mancha aquosa pela bacterização de sementes infectadas e o isolado MEN2 (*Paenibacillus lentimorbus* Dutky) pela pulverização em plântulas para proteção das folhas. Além de bactérias, a pulverização foliar da levedura *Pichia anomala* (Hansen) Kurtzman em folhas de *C. melo* L. var. *saccharinus* Naudin foi efetiva na redução da incidência e da severidade da mancha aquosa e o tratamento das sementes com extrato metabólico desta levedura diminuiu a incidência da doença em plantas (WANG et al., 2009).

Outras medidas são necessárias para diminuir os danos causados pela mancha aquosa, sendo o controle genético, a maneira ideal. A utilização de variedades resistentes a uma determinada doença é considerada por diversos autores como o mais simples, barato e eficiente método, quando comparado com os demais.

### **Fontes de resistência à mancha aquosa**

O objetivo principal da maioria dos programas de melhoramento é o aumento da produtividade agrícola, que visa abastecer o constante avanço do crescimento populacional em um mundo de área limitada. Isto pode ser conseguido de forma direta pelo desenvolvimento de variedades altamente produtivas ou de forma indireta pela obtenção de variedades resistentes a doenças que estabilizem a produção (FERREIRA, 2006).

Para se obter uma variedade com graus satisfatórios de resistência genética a uma determinada doença, é indispensável seguir algumas etapas: identificar os genes para resistência em variedades da mesma espécie ou em espécies taxonomicamente afins; transferir

os genes de resistência identificados para a variedade de interesse, por meio de um dos métodos de hibridação conhecidos; observar as várias raças fisiológicas que muitos patógenos apresentam, pois o grau de patogenicidade das mesmas varia de acordo com o genótipo do hospedeiro, sendo ambos afetados por fatores ambientais; conhecer a herança da resistência da planta ao patógeno, sabendo-se que a maioria das doenças apresenta herança simples, estando envolvidos um ou dois genes, podendo ser dominantes ou recessivos, sendo mais comum a primeira condição; e expor as plantas ao patógeno, durante a condução do programa de melhoramento, com adequada intensidade do mesmo e em ambiente apropriado, para tornar possível a perfeita distinção entre plantas resistentes e suscetíveis (FERREIRA, 2006).

Apesar da inexistência de variedades de melancia e meloeiro resistentes à mancha aquosa, várias seleções para resistência a esta doença têm sido realizadas com genótipos, embora variações nos resultados, frequentemente, tenham sido encontradas, devido principalmente a diferenças nas condições experimentais (HOPKINS; TOMPSON, 2002). Outro fator que tem contribuído muito para essa variação é a alta variabilidade dos isolados utilizados nas seleções (HOPKINS, 1993). Mudanças de melancia foram encontradas variando significativamente na sua resistência a bactéria *A. citrulli*, sendo as cultivares Garrisonian, Mountain Hoosier e Wilhite Wonder consideradas as mais resistentes (GOTH; WEBB, 1981). Os acessos de melancia PI 295843 e PI 299378, foram consideradas fontes de resistência (SOWELL; SCHAAD, 1979), no entanto, entre os anos de 1989 e 1990, plântulas e frutos desses dois materiais, bem como 22 cultivares foram suscetíveis à mancha aquosa (HOPKINS et al., 1993).

Hopkins e Thompson (2002) testaram 1.344 acessos de *Citrullus* spp. e *Praecitrullus fistulosus* (Stocks) Pangalo, sob condições climáticas de inverno e verão. Com base em avaliações de casa vegetação e campo, os acessos PI 482279, PI 494817, PI 500303, PI 500331 e PI 482246 obtiveram a menor porcentagem de doenças em folhas de melancia em condições de campo e foram consideradas as melhores fontes de resistência.

Em meloeiro, Bahar et al. (2009) avaliaram o nível de tolerância à mancha aquosa de vários genótipos através da inoculação em sementes e experimentos de inoculação em plântulas. Os genótipos testados apresentaram reações diferentes, porém alguns resultados consistentes foram encontrados, sendo selecionadas duas cultivares (ADIR339 e 6407) resistentes em todos os testes e duas linhagens (BLB-B e EAD-B) resistentes no ensaio de inoculação em sementes.

No Brasil, ainda não existem trabalhos com seleção de fontes de resistência em melancia à mancha aquosa. No entanto, em meloeiro Buso et al. (2004) avaliaram 76 acessos

do Banco Ativo de Germoplasma de Melão da Embrapa Hortaliças e encontraram cinco genótipos com significativo grau de resistência à mancha aquosa.

Considerando a importância socioeconômica da melancia para o Nordeste Brasileiro, a potencial ameaça da mancha aquosa para essa cultura e a inexistência de medidas de controle realmente eficazes para essa doença, este trabalho teve como objetivo selecionar genótipos de melancia com fonte de resistência à mancha aquosa em diferentes estádios de desenvolvimento da planta: sementes, plântulas e plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R.; REZENDE, G. M. **Cultura da melancia**. 1ª. ed. Lavras: Editora UFLA, 2002, 133 p.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Agrianual**. São Paulo: Instituto FNP, p. 465, 2011.

ARAÚJO, J. L. P. **Custos e viabilidade de produção de melancia na região do submédio São Francisco**. 2009. Disponível em:  
<[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=18641](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=18641)> Acesso em:  
28 de nov. 2011.

BAHAR, O.; KRITZMAN, G.; BURDMAN, S. Bacterial fruit blotch of melon: screens for disease tolerance and role of seed transmission in pathogenicity. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 123, p. 71–83, 2009.

BURDMAN, S.; KOTS, N.; KRITZMAN, G.; KOLEPOWITZ, J. Molecular, physiological, and host-range characterization of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* isolates from watermelon and melon in Israel. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, p. 1339-1347, 2005.

BUSO, G. S. C; NASS, L. L.; MARQUES, A. S. A.; LOPES, C. A.; BUSO, J. A. **Avaliação de genótipos de melão, visando identificar fontes de resistência a *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli***. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2004. p. 1-12 (Comunicado Técnico, 116).

CAVALCANTI, M. T.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R.; VIANA, I. O. Crescimento de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* sob diferentes temperaturas, pH, concentrações de cloreto de sódio e fontes de carbono. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 1313-1318, 2005.

CÉSAR, N. S.; SANTOS, G. R. Doenças da cultura da melancia no Projeto Formoso, Tocantins. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 411, 2001 (Resumo).

CONTRERAS, N.; VELÁSQUEZ, J.; GÓMEZ, N.; PINEDA, J.; CAMINO, J. M. *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* en patilla en Venezuela. **Fitopatologia Venezolana**, Caracas, v. 1, p. 35, 1999 (Abstract).

COSTA, C. P.; PINTO, C. A. B. P. **Melhoramento de hortaliças**. 1ª. ed. Piracicaba: USP-ESALQ, 1977, 313 p.

DEMIR, G. A new bacterial disease of watermelon in Tuerkiye: bacterial fruit blotch of watermelon (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Schaad *et al.*) Willems *et al.*). **Phytopathology**, Saint Paul, v. 25, p. 43-49, 1996.

DIAS, R. C. S.; BARBOSA, G. S.; SOUZA, F. F.; QUEIROZ, M. A.; REZENDE, G. M.; COSTA, N. D. 2010. **Sistema de Produção de Melancia**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/cultivares.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2012.

DIAS, R. C. S.; COSTA, N. D.; CERDAN, C.; SILVA, P. C. G.; QUEIROZ, M. A.; ZUZA, F.; KEITE, L. A. S; PESSOA, P. F. A. P.; TERAPO, D. A. A cadeia produtiva do melão no Nordeste. In: CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FILHO, A. F.; VASCONCELOS, J. R. P. (Eds.). **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecções tecnológicas**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998, p. 440-493.

FAO. **FAOSTAT** - agricultural statistics database. [online]. Rome: World Agricultural Information Centre. 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 05 fev. 2012.

FERREIRA, P. V. Resistência às doenças e aos insetos-praga. **Melhoramento de plantas**. 1ª. ed. Maceió: Editora UFAL, 2006, p. 477-480.

- FILGUEIRA, F. A. R. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. **Novo Manual de Olericultura**. 3ª. ed. Visçosa: Editora UFV, 2003. 412 p.
- FRANKLE, W. G. O.; HOPKINS, D. L.; STALL, R. E. Ingress of watermelon fruit blotch bacterium into fruit. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 77, p. 1090-1092, 1993.
- GOTH, R. W.; WEBB, R. E. Resistance of commercial watermelon (*Citrullus lanatus*) to *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 65, p. 671–672, 1981.
- HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L. Mancha-aquosa da melancia em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 268, 2007 (Resumo).
- HOPKINS, D. L. Bacterial fruit blotch of watermelon: a new disease in the eastern USA. **Proceedings of Cucurbitaceae**, Raleigh, v. 89, p. 74-75, 1989.
- HOPKINS, D. L. Field spread of bacterial fruit blotch of watermelon. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 83, p. 466, 1993.
- HOPKINS, D. L.; CUCUZZA, J. D.; WATERWON, J. C. Wet seed treatments for the control of bacterial fruit blotch of watermelon. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 80, p. 529-532, 1996.
- HOPKINS, D. L.; CUCUZZA, J. D.; WATTERSON, J. C. Wet seed treatment with peroxyacetic acid for the control of bacterial fruit blotch and other seedborne diseases of watermelon. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, p. 1495-1499, 2003.
- HOPKINS, D. L.; STALL, R. E.; LATIN, R.; RUSHING, J.; COOK, W. P.; KEINATH, A. P. B. **Bacterial fruit blotch of watermelon**. Florida: American Sunmelon, 1992. 2 p. (Bulletin).
- HOPKINS, D. L.; THOMPSON, C. M. Evaluation of *Citrullus* sp. germ plasm for resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, p. 61–64, 2002.

HOPKINS, D. L.; THOMPSON, C. M.; ELMSTROM, G. W. Resistance of watermelon seedlings and fruit to the fruit blotch bacterium. **HortScience**, Alexandria, v. 28, p. 122–123, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

ISAKEIT, T. **Bacterial fruit blotch in watermelon**. Texas: The Agricultural Extension Service - USA, 1999. Disponível em: <<http://www.cygnus.tamu.edu/exlabn/vegetables/wmelon.htm>>. Acesso em: 22 set. 2011.

ISAKEIT, T.; BLACK, M.C.; BARMES, L.W.; JONES, J.B. First report of infection of honeydew with *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 81, p. 694, 1997.

JACOBS, J. L.; DAMICONE, J. P.; McCRAW, B. D. First report of bacterial fruit blotch of watermelon in Oklahoma. **Plant Disease**, Saint Paul, v.76, p. 1185, 1992.

LATIN, R.; HOPKINS, D. L. Bacterial fruit blotch of watermelon. The hypothetical exam question becomes reality. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 79, p. 761-765, 1995.

LESSL, J. T.; FESSEHAIE, A.; WALCOTT, R. R. Colonization of female watermelon blossoms by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* and the relationship between blossom inoculum dosage and seed infestation. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 155, p. 114-121, 2007.

MACAGNAN, D; ROMEIRO, R. S.; MENDONÇA, H. L.; BARRETO, R. W. Mancha bacteriana da melancia: uma nova doença no estado de Minas Gerais. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 29, p. 286-287, 2003 (Resumo).

MEDEIROS, F. H. V.; MORAES, I. S. F.; SILVA NETO, E. B.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R. Management of melon bacterial blotch by plant beneficial bacteria. **Phytoparasitica**, Netherlands, v. 37, p. 453-460, 2009.

- MORA-UMAÑA, F.; ARAYA, C. M. **Mancha bacteriana del fruto de melón y sandia.** Costa Rica: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 2002, p. 105-110 (Hoja técnica, 43).
- MORAES, I. S. F.; MEDEIROS, F. H. V.; MARIANO, R. L. R.; VIANA, I. O. Proteção de plantas de melão contra *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* mediada por *Bacillus* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. S65-66. 2002 (Resumo).
- MUNÕS, M.; MONTERROSO, D. **Identificación de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* em semillas de sandia em Nicaragua.** Costa Rica: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 2002, p. 101-104 (Hoja técnica, 43).
- NASCIMENTO, A. R. P.; MARIANO, R. L. R.; SILVA, E. I. Hospedeiros alternativos de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 345-349, 2004.
- O'BRIEN, R. G.; MARTIN, A. L. Bacterial blotch of melons caused by strains of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 39, p. 479-485, 1999.
- OLIVEIRA, A. Colonização de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* em meloeiro e sobrevivência em restos de cultura e no solo. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
- OLIVEIRA, I. S.; SALES JÚNIOR, R.; MARIANO, R. L. R. *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*: método de isolamento e transmissão por sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 302, 2001 (Resumo).
- OLIVEIRA, I. S.; SALES JÚNIOR, R.; MARIANO, R. L. R. Ocorrência da mancha-aquosa por *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* em melão-pepino no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 682, 2003 (Resumo).
- OLIVEIRA, A.; SANTOS, M. H. M.; SILVEIRA, E. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R. Biocontrole da mancha aquosa do melão pelo tratamento de sementes com bactérias epifíticas e endofíticas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 373-377, 2006.

OLIVEIRA, J. C.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R.; CARDOSO, E.; VIANA, I. O. Caracterização de isolados de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 480-487, 2007.

RANE, K. K.; LATIN, R. X. Bacterial fruit blotch of watermelon: Association of the pathogen with seed. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, p. 509-512, 1992.

RANE, K. K.; LATIN, R. X. Investigation of bacterial fruit blotch of watermelon. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 80, p. 1070, 1990.

ROBBS, C. F.; RODRIGUES NETO, J.; BERIAN, L. O. S. Podridões de frutos de melão em pós-colheita causadas por bactérias no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 195, 1992 (Resumo).

ROBBS, C. F.; RODRIGUES NETO, J.; RAMOS, R. S.; SINIGAGLIA, C. Mancha bacteriana da melancia no estado de São Paulo, causada por *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 16, p. 48, 1991 (Resumo).

ROCHA, M. R. **Sistemas de cultivo para a cultura da melancia**. 2010, 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

ROMÃO, R. L. **Dinâmica evolutiva e variabilidade de populações de melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai em três regiões do Nordeste brasileiro**. 1996, 75 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, 1996.

RUSHING, J. W.; COOK, W. P.; KEINATH, A. P. Postharvest behavior of watermelon fruit blotch. In: HOPKINS, D.; STALL, R. E.; LATIN, R.; RUSHING, J. W.; COOK, W. P.; KEINATH, A. P. Bacterial fruit blotch of watermelon. Tampa: **Citrus & Vegetable Magazine**, v. 1, 1997, p. 5-6.

SALES JÚNIOR, R; MENEZES, J. B. **Mapeamento das doenças fúngicas, bacterianas e viróticas do cultivo do melão no Estado do RN**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 2001. 25 p. (Relatório Técnico).

- SANTOS, E. R.; GOUVEIA, E. R.; MARIANO, R. L. R.; SOUTO-MAIOR, A. M. Controle biológico da mancha-aquosa do melão por compostos bioativos produzidos por *Bacillus* spp. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 32, p. 376, 2006.
- SANTOS, A. A.; VIANA, F. M. **Mancha-aquosa do melão**. Fortaleza: EMBRAPA – SPI, 2000. 2 p.
- SCHAAD, N. W.; POSTNIKOVA, E.; RANDHAWA, P. Emergence of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* as crop threatening disease of watermelon and melon. In: IACOBELLIS, N. S.; COLLMER, A.; HUTCHESON, S. W.; MANSFIELD, J. M.; MORRIS, C. E.; MURILLO, J.; SCHAAD, N. W.; STEAD, D. E.; SURICO, G.; ULLRICH, M. S. (Eds). ***Pseudomonas syringae* and related pathogens**. Biology and genetics. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 573-582.
- SCHAAD, N. W.; SOWELL J. R., G.; GOTH, R. W.; COLWELL, R. R.; WEBB, R. E. *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* subsp. nov. **International Journal of Systematic Bacteriology**, Ottawa, v. 28, p. 117-125, 1978.
- SHIRAKAWA, T.; KIKUCHI, S.; KATO, T.; ABIKO, K.; KAIWA, A. Occurrence of watermelon bacterial fruit blotch in Japan. **Japanese Journal of Plant Pathology**, Tokyo, v. 66, p. 223-231, 2000.
- SILVA NETO, E. B. MEDEIROS, F. H. V.; MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B. Controle químico da mancha-aquosa do melão pelo tratamento de sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. S340, 2003 (Resumo).
- SILVA NETO, E. B.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Colonização e penetração de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* em folhas, sementes e frutos de melão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, 54 p., 2006 (Resumo).
- SILVEIRA, E. B.; MICHEREFF, S. J.; MARIANO, R. L. R. Severidade da mancha-aquosa em meloeiro sob diferentes condições de molhamento foliar e concentração de inóculo de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 171-175, 2003.

SOMODI, G. C.; JONES, J. B.; HOPKINS, D. L.; STALL, R. E.; KUCHAREK, T. A.; HODGE, N. C.; WATTERSON, J. C. Occurrence of a bacterial watermelon fruit blotch in Florida. **Plant Disease**, Saint. Paul, v. 75, p. 1053-1056, 1991.

SOWELL, G.; SCHAAD, N. W. *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* on watermelon: seed transmission and resistance of plant introductions. **Plant Disease Reporter**, Washington D.C, v. 63, p. 437-441, 1979.

VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O.; LOPES, C. A. **Surto da mancha-aquosa em frutos de melão nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte: recomendações preliminares de controle**. Fortaleza: EMBRAPA-SPI, p. 4, 2000 (Comunicado Técnico).

WALCOTT, R. R.; FESSEHAIE, A.; CASTRO, A. C. Differences in pathogenicity between two genetically distinct groups of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* on cucurbit hosts. **Journal of Phytopathology**, Berlim, v. 152, p. 277-285, 2004.

WALCOTT, R. R.; GITAITIS, R. D.; CASTRO, A. C. Role blossoms in watermelon seed infestation by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 93, p. 528-534, 2003.

WALCOTT, R. R.; LANGSTON, D.; GITAITIS, R. D.; GAY, D.; HOPKINS, D. L. KUCHAREK, T. A.; LATIN, R.; EGGEL, D.; COOK, W. P.; KEINATH, A. P.; LOVIC, B. **Guidelines for managing bacterial fruit blotch disease**. Georgia, 2001. Disponível em: <<http://www.tifton.uga.edu/veg//Alerts/.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

WALL, G. C.; SANTOS, V. M. A. New bacterial disease of watermelon in the Mariana Islands. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 78, 1605 p. 1988.

WANG, X.; LI, G.; JIANG, D.; HUANG, H. Screening of plant epiphytic yeasts for biocontrol of bacterial fruit blotch (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*) of hami melon. **Biological Control**, Orlando, v. 50, p. 164-171, 2009.

WEBB, R. E.; GOTH, R. W. A seedborne bacterium isolated from watermelon. **Plant Disease Reporter**, Washington D.C, v. 48, p. 818-821, 1965.

WHITAKER, T. W.; DAVIS, G. N. Cucurbits: botany, cultivation, and utilization. **Interscience**, New York, p. 250, 1962.

WIEBE, W. L., HOPKINS, D. L.; WALCOTT, R. R. Bacterial Fruit Blotch - Questions and answers with the experts. **Technical Report**, 2004. 12 p. Disponível em:

<<http://www.seedquest.com/vegetables/watermelon/pdf/bfb.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

**CAPÍTULO II**

---

---

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELANCIA QUANTO À RESISTÊNCIA À  
MANCHA AQUOSA**

## **Seleção de genótipos de melancia quanto à resistência à mancha aquosa**

**Francisco C. Q. Carvalho • Liliana A. Santos • Rita C. S. Dias • Rosa L. R. Mariano • Elineide B. Souza**

**Resumo** A mancha aquosa, causada pela bactéria *Acidovorax citrulli*, é uma séria ameaça para a cultura da melancia no Brasil. Até o momento não existem variedades resistentes à doença, sendo necessárias pesquisas buscando fontes de resistência. Visando selecionar genótipos com potencial de utilização no manejo da mancha aquosa, avaliou-se o nível de resistência de genótipos de melancia pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas para o Nordeste Brasileiro (BAG) da Embrapa Semiárido, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta: sementes (74 genótipos), plântulas e plantas antes da floração (29 genótipos) e plantas durante a floração e frutificação (7 genótipos). Os genótipos foram avaliados quanto a incidência ou severidade da doença, esta estimada com auxílio de escalas descritivas. Adicionalmente, foi determinada a transmissão de *A. citrulli* em sementes oriundas de frutos sintomáticos e assintomáticos. Nenhum genótipo de melancia foi imune à mancha aquosa, e a maioria apresentou variação nas reações de resistência. Porém, os genótipos BGCIA 979, BGCIA 34 e ‘Sugar Baby’ mostraram altos níveis de resistência na maioria dos estádios de desenvolvimento da planta, indicando possuírem genes para resistência à mancha aquosa que poderão ser utilizados em programas de melhoramento. Sementes de frutos sintomáticos e assintomáticos dos sete genótipos apresentaram transmissão de *A. citrulli* de até 35,3% e 8,7%, respectivamente, confirmando que frutos assintomáticos podem abrigar sementes contaminadas, responsáveis pela transmissão da bactéria.

**Palavras-Chave:** *Citrullus lanatus*, *Acidovorax citrulli*, resistência genética, pré-melhoramento, transmissão por sementes

F. C. Q. Carvalho • L. A. Santos • R. L. R. Mariano • E. B. Souza (✉)

Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco

Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil

email: elineidebs@yahoo.com.br; fone: (55) 81 3320.6211; fax: (55) 81 3320.6205

R. C. S. Dias

Embrapa Semiárido

BR 428, Km 152, Zona Rural, 56302-970, Petrolina, Pernambuco, Brasil

## Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus*) vem se destacando como um importante produto do agronegócio nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil (Agrianual 2011), que ocupou em 2009 a quarta posição entre os principais países produtores (Fao 2010).

A mancha aquosa causada pela bactéria *Acidovorax citrulli* é uma doença destrutiva que tem sido responsável por significativas perdas econômicas em melancia, principalmente nos Estados Unidos (Hopkins et al. 1993). No Brasil, embora seja mais relevante para a cultura do meloeiro, foi detectada em plantios de melancia nos estados de Minas Gerais (Macagnan et al. 2003), Roraima (Halfeld-Vieira e Nechet 2007), Pernambuco, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul, preocupando produtores e pesquisadores. As epidemias de mancha aquosa em melancia têm sido atribuídas ao plantio de sementes contaminadas e os prejuízos econômicos têm sido elevados devido às restrições de comercialização dos frutos. A mancha aquosa representa um risco potencial para a cultura da melancia no Brasil uma vez que, isolados de *A. citrulli* provenientes de meloeiro são patogênicos a melancia (Oliveira et al. 2007; Walcott et al. 2004), plantios dessas duas cucurbitáceas são frequentemente encontrados numa mesma área e a bactéria sobrevive em plântulas voluntárias e diversas hospedeiras alternativas encontradas em áreas de cultivo (Nascimento et al. 2004; Oliveira et al. 2003; Robbs et al. 1991).

*A. citrulli* pode afetar diferentes órgãos da planta de melancia, em diferentes estádios de desenvolvimento. No entanto, os sintomas mais comuns e de fácil diagnose ocorrem nos frutos, onde pequenas manchas encharcadas com margens irregulares, medindo menos de 1 cm de diâmetro (Latin e Hopkins 1995), expandem-se e tornam-se necróticas. Posteriormente, a bactéria coloniza a polpa do fruto, contaminando a semente externa e internamente através da região do hilo, o que dificulta a erradicação (Isakeit 1999). Rachaduras são frequentemente visualizadas, o que acentua a podridão dos frutos pela entrada de patógenos secundários (Hopkins e Thompson 2002).

As diversas medidas de controle recomendadas para a mancha aquosa, incluindo tratamento químico e físico de sementes (Hopkins et al. 2003; Moraes et al. 2002; Rane e Latin 1990; Santos e Viana 2000; Silva Neto et al. 2003; Sowell e Schaad 1979) e tratamento químico no campo (Hopkins 1991; Latin e Hopkins 1995; Walcott et al. 2001), têm tido eficiência limitada. Dessa forma, outras medidas são necessárias para diminuir os danos causados por *A. citrulli*, sendo a resistência o controle ideal (Hopkins e Thompson 2002). No entanto, não existem variedades de cucurbitáceas com resistência à mancha aquosa.

Várias seleções para resistência à mancha aquosa têm sido realizadas com diferentes acessos e variedades. No entanto, variações nos resultados frequentemente têm sido encontradas, devido principalmente a diferenças nas condições experimentais (Hopkins e Thompson 2002) e a alta variabilidade dos isolados utilizados (Hopkins 1993). Pioneiramente, Sowell e Schaad (1979) encontraram os genótipos de melancia PI 295843 e PI 299378, como potenciais fontes de resistência à mancha aquosa, embora esta resistência não tenha sido confirmada posteriormente em plântulas e frutos inoculados (Hopkins et al. 1993). Em 2002, um total de 1.344 acessos de *Citrullus* spp. e *Praecitrullus fistulosus* testados sob condições climáticas de inverno e verão, em casa vegetação e campo, e PI 482279 e PI 494817 foram aqueles que apresentaram a menor incidência da doença em folhas de melancia, em campo, e foram considerados as melhores fontes de resistência à mancha aquosa (Hopkins e Thompson 2002).

No Brasil, não existem trabalhos com seleção de fontes de resistência em melancia à mancha aquosa. Em meloeiro, Buso et al. (2004) avaliaram 76 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Melão da Embrapa Hortaliças e encontraram cinco genótipos com significativos graus de resistência à doença.

Considerando a importância socioeconômica da melancia para o Nordeste Brasileiro, a potencial ameaça da mancha aquosa para essa cultura e a inexistência de medidas de controle realmente eficazes para essa doença, este trabalho teve como objetivo selecionar genótipos de melancia com fonte de resistência à mancha aquosa em diferentes estádios de desenvolvimento da planta: sementes, plântulas e plantas.

## **Material e métodos**

### Obtenção do isolado de *Acidovorax citrulli*

Foi utilizado o isolado IBSBF1213 de *A. citrulli*, obtido de fruto de melancia de Presidente Prudente-SP e procedente da Coleção de Culturas de Fitobactérias do Instituto Biológico. O cultivo foi realizado em meio ágar nutritivo - extrato de levedura - dextrose (NYDA) (Pusey e Wilson 1984), realizando-se teste de patogenicidade em plântulas, plantas e frutos de melancia cv. Charleston Gray (Araújo et al. 2005; Silveira et al. 2003; Somodi et al. 1991).

Para utilização nos experimentos, o isolado foi cultivado em meio NYDA por 36-48 horas a uma temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Após este período, água destilada esterilizada foi

adicionada a placa de Petri contendo o crescimento bacteriano e a concentração da suspensão foi ajustada em fotocolorímetro (Analyser<sup>®</sup>) a 570 nm de absorvância, onde  $A_{570} = 0,25$  equivale a  $3,4 \times 10^7$  UFC/ml. No momento das inoculações Tween 20 (0,005%) foi adicionado à suspensão bacteriana.

### Genótipos de melancia

Nos ensaios foram avaliados 74 genótipos de melancia pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas para o Nordeste Brasileiro (BAG) da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE, sendo 11 cultivares: Crimson Select, Sugar Baby, Crimson Sweet, Pérola, Clarleston Gray, Riviera, BRS Opara, Micklelee, Hollar Premium, Peacock e BRS Kuarah; 41 variedades crioulas: 12 coletados em municípios da Bahia (BGCIA 2, BGCIA 8, BGCIA 12, BGCIA 26, BGCIA 28, BGCIA 30, BGCIA 34, BGCIA 36, BGCIA 43, BGCIA 64, BGCIA 115 e BGCIA 123), 3 provenientes de Pernambuco (BGCIA 951, BGCIA 973 e BGCIA 976) e 26 provenientes da multiplicação de acessos coletados na Bahia e no Maranhão (BGCIA 806, BGCIA 807, BGCIA 809, BGCIA 811, BGCIA 812, BGCIA 814, BGCIA 815, BGCIA 817, BGCIA 818, BGCIA 819, BGCIA 820, BGCIA 821, BGCIA 822, BGCIA 823, BGCIA 824, BGCIA 825, BGCIA 826, BGCIA 827, BGCIA 829, BGCIA 830, BGCIA 833, BGCIA 834, BGCIA 835, BGCIA 843, BGCIA 849 e BGCIA 856); e 22 progênies provenientes de programas de melhoramento da Embrapa Semiárido (BGCIA 40, BGCIA 219, BGCIA 225, BGCIA 226, BGCIA 227, BGCIA 240, BGCIA 857, BGCIA 952, BGCIA 953, BGCIA 954, BGCIA 955, BGCIA 957, BGCIA 959, BGCIA 960, BGCIA 961, BGCIA 962, BGCIA 963, BGCIA 964, BGCIA 967, BGCIA 975, BGCIA 979 e CPATSA 08.2214.001). Os genótipos se encontravam preservados em câmara fria a 10°C e 40% de umidade relativa.

### Inoculação em sementes

Vinte sementes de cada um dos 74 genótipos de melancia foram imersas por duas horas sob agitação leve em 20 ml de suspensão de *A. citrulli* e postas para secar por 16 horas a temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Em seguida, foram semeadas em bandejas de polietileno (JKS industrial LTDA<sup>®</sup>), contendo uma mistura de solo:húmus (1:1), e mantidas em casa de vegetação. Após a emergência, as plântulas foram submetidas à câmara úmida por 24 horas. A avaliação foi realizada 14 dias após o plantio, sendo determinada a severidade da doença, estimada com auxílio de uma escala descritiva com notas de 0 a 5, onde: 0 - plântulas sem

sintomas; 1 - plântulas com lesões marginais em até 50% de uma ou ambas as folhas cotiledonares; 2 - plântulas com lesões marginais em até 75% de ambas as folhas cotiledonares, poucas lesões no centro do limbo, deformação foliar leve; 3 - plântulas com lesões marginais em 100% de ambas as folhas cotiledonares, muitas lesões no centro do limbo, deformação foliar acentuada, enfezamento; 4 - plântulas com lesões marginais em 100% de ambas as folhas cotiledonares, muitas lesões no centro do limbo progredindo para o hipocótilo, deformação foliar total, enfezamento; 5 - necrose total das folhas cotiledonares e hipocótilo, tombamento e morte (Araújo et al. 2005). A cv. Charleston Gray foi utilizada como padrão de suscetibilidade (Hopkins e Thompson 2002). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo cada repetição constituída por quatro plântulas.

#### Inoculação em plântulas

Neste ensaio foram utilizados 29 genótipos de melancia, representando graus distintos de resistência à mancha aquosa, selecionados no ensaio de inoculação em sementes. As plântulas foram cultivadas em vasos de 300 ml, contendo a mistura solo:húmus (1:1), por 14 dias, quando as folhas cotiledonares foram pulverizadas com a suspensão do patógeno até o escorrimento (Araújo et al. 2005). As mudas foram submetidas à câmara úmida de pré e pós-inoculação por 24 horas, sendo mantidas em casa de vegetação. Seis dias após a inoculação, avaliou-se a severidade da doença, estimada com auxílio de uma escala descritiva com notas variando de 0 a 5, onde: 0 - plântulas sem sintomas; 1 - plântulas com lesões cobrindo até 25% de uma ou ambas as folhas cotiledonares, hipocótilo sem sintomas; 2 - plântulas com lesões cobrindo de 26 a 50% de uma ou ambas as folhas cotiledonares, hipocótilo sem sintomas; 3 - plântulas com lesões cobrindo de 51 a 75% de uma ou ambas as folhas cotiledonares, hipocótilo sem sintomas; 4 - plântulas com lesões cobrindo de 76 a 100% de uma ou ambas as folhas cotiledonares, hipocótilo sem sintomas; 5 - necrose total das folhas cotiledonares, lesões ou necrose total do hipocótilo, tombamento e morte da plântula (Araújo et al. 2005). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo cada repetição constituída por quatro plântulas.

### Inoculação em plantas antes da floração

Os mesmos 29 genótipos utilizados no ensaio anterior, foram cultivados em vasos de 500 ml, contendo a mistura solo:húmus (1:1), por cinco semanas, quando as folhas definitivas foram pulverizadas com a suspensão do patógeno até o escorrimento (Silveira et al. 2003). As plantas foram submetidas à câmara úmida de pré e pós-inoculação por 24 horas, sendo mantidas em casa de vegetação. Dez dias após a inoculação avaliou-se a severidade da doença, estimada com auxílio de uma escala descritiva adaptada de Azevedo (1997), com notas variando de 0 a 6, onde: 0, sem sintomas; 1 - 1 a 5% de área foliar infectada; 2 - 6 a 12% de área foliar infectada; 3 - 13 a 37% de área foliar infectada; 4 - 38 a 62% de área foliar infectada; 5 - 63 a 87% de área foliar infectada; 6 - 88 a 100% de área foliar infectada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo cada repetição constituída por quatro plantas, avaliando-se duas folhas por planta.

### Inoculação em plantas em estádios de floração e frutificação

O experimento foi conduzido em telado (50% de luminosidade) do Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, com sete genótipos de melancia, sendo seis (BGCIA 979, BGCIA 34, 'Peacock', BGCIA 849, BGCIA 28 e 'Sugar 'Baby') selecionados entre os mais resistentes e um ('Charleston Gray'), entre os mais suscetíveis. O semeio foi realizado em bandejas de poliestireno, preenchidas com substrato comercial para hortaliças (Plantmax<sup>®</sup>). O transplante ocorreu aos 12 dias após o semeio para vasos preenchidos com cinco litros de mistura de solo natural:esterco (3:1) e 30 g da fórmula 6-24-12. Em cobertura, houve a aplicação parcelada de 10 g de N e 8 g de K por planta, utilizando as formulações nitrato de cálcio e sulfato de potássio, aos 20, 30 e 40 dias após o plantio. As plantas foram tutoradas e irrigadas por gotejamento.

Durante a emissão das flores femininas (sete semanas após o plantio), as plantas (folhas e flores) foram inoculadas com auxílio de um pulverizador costal (Guarany<sup>®</sup>), até o escorrimento da suspensão do patógeno. Quinze dias após a inoculação, avaliou-se a severidade da doença, estimada com auxílio de uma escala descritiva com notas variando de 0 a 6, onde: 0 - 0% de folhas sintomáticas; 1 - 10% ou menos de folhas sintomáticas; 2 - 11 a 25% de folhas sintomáticas; 3 - 26 a 50% de folhas sintomáticas; 4 - 51 a 75% de folhas sintomáticas; 5 - 76 a 90% de folhas sintomáticas; 6 - mais de 90% de folhas sintomáticas

(Bahar et al. 2009). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por quatro plantas.

As plantas em estágio inicial de frutificação (oito semanas após plantio) foram novamente inoculadas (frutos), e os frutos próximos do ponto de colheita foram avaliados quanto à incidência da doença.

#### Teste de transmissão em sementes

Frutos com sintomas da mancha aquosa e frutos assintomáticos foram coletados dos sete genótipos testados no ensaio anterior. As sementes foram lavadas e postas para secar a temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) por 20 dias e 40 sementes de cada fruto foram semeadas em bandejas de polietileno, contendo a mistura solo:húmus (1:1). As plântulas emergidas foram submetidas à câmara úmida por 24 horas e 14 dias após o plantio, avaliadas quanto à incidência da doença.

#### Análises estatísticas

Todos os experimentos foram conduzidos duas vezes. Os dados obtidos foram analisados quanto aos pressupostos da análise de variância (ANOVA) e submetidos a testes de comparação de média (Tukey) ou teste de agrupamento (Scott-Knott) ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio dos programas STATISTIX<sup>®</sup> (versão 9.0, Analytical Software, Tallahassee) e SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira 1992), respectivamente. Para o experimento que não atendeu aos pressupostos da ANOVA, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do programa STATISTIX<sup>®</sup>.

## Resultados

#### Inoculação em sementes

Os resultados dos dois experimentos para seleção de 74 genótipos de melancia quanto à resistência à mancha aquosa através da inoculação de *A. citrulli* em sementes diferiram significativamente entre si, sendo os dados analisados separadamente. As médias de temperatura e umidade relativa do ar foram de  $31,6^\circ\text{C}$  e 64,6% e de  $28,1^\circ\text{C}$  e 51,2% para os experimentos 1 e 2, respectivamente.

Os genótipos apresentaram variabilidade significativa ( $P \leq 0,05$ ) quanto à resistência à mancha aquosa em ambos os experimentos. As médias de severidade representaram praticamente todos os níveis da doença no experimento 1, variando de 1,2 a 4,8 observando-se menor severidade no experimento 2 (0,2 a 3,1) (Tabela 1).

Diferentes níveis de resistência à mancha aquosa foram apresentados pelos genótipos e variações foram observadas entre os dois experimentos. No experimento 1, os genótipos ‘Crimson Select’, BGCIA 843, BGCIA 979, BGCIA 952 e BGCIA 8 foram os mais resistentes à mancha aquosa (grupo A), no entanto, só diferiram significativamente de BGCIA 959 (grupo B). No experimento 2, com exceção de BGCIA 952 (grupo A), esses mesmos genótipos apresentaram uma maior suscetibilidade a doença que os demais (grupos B e C).

#### Inoculação em plântulas

Similarmente ao que ocorreu na inoculação em sementes, os resultados obtidos nos dois experimentos não foram significativos entre si, sendo as análises realizadas separadamente. No decorrer dos experimentos, as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram de 29,6°C e 62,5%, respectivamente.

Em ambos os experimentos, as médias da severidade da doença variaram de 2,3 a 4,0 (Tabela 2). Fixando a média máxima da severidade em 3,7, 11 genótipos (38%) classificados nos grupos A e B do experimento 1 e 17 genótipos (58%) distribuídos nos grupos A, B, C, D, E e F do experimento 2, mostraram algum potencial para resistência à mancha aquosa em relação aos demais (Tabela 2). Comparando-se estes resultados, verificou-se que os genótipos BGCIA 962, BGCIA 28, BGCIA 34, BGCIA 979, BGCIA 849, BGCIA 952, BGCIA 8, ‘Peacock’ e ‘Sugar Baby’ mantiveram os padrões de resistência, estando entre os grupos A e B do experimento 1 e A, B, C, D, E e F do experimento 2. Em contraste, alguns genótipos apresentaram variações, como é o caso do BGCIA 812 e ‘Pérola’, com algum grau de resistência no experimento 1 e altamente suscetíveis no experimento 2. Por outro lado, os genótipos BGCIA 2, BGCIA 40 e BGCIA 12 apresentaram comportamento inverso. A cv. Charleston Gray, considerada como padrão de suscetibilidade, apresentou alta severidade da doença nos dois experimentos.

### Inoculação em plantas antes da floração

Os resultados dos dois experimentos conduzidos para avaliar resistência de 29 genótipos de melancia antes da floração foram similares e significativos entre si, sendo os dados analisados conjuntamente. No decorrer dos experimentos as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram de 27,7°C e 67,6%, respectivamente.

Os genótipos foram separados em sete grupos, com a severidade da mancha aquosa variando de 1,5 para BGCIA 979 a 4,2 para BGCIA 843 (Tabela 3). Esses mesmos genótipos, no ensaio de inoculação em plântulas (experimento 2) (Tabela 2), também representaram os extremos de resistência e suscetibilidade. Nesse estágio de desenvolvimento da planta, 69% dos genótipos foram incluídos dentro dos grupos com maior resistência (A, B, C e D).

### Inoculação em plantas em estádios de floração e frutificação

Os resultados dos dois experimentos conduzidos para avaliar resistência de 7 genótipos de melancia em estágio de floração e frutificação foram significativos entre si, sendo os dados analisados conjuntamente. As médias de temperatura ambiente e umidade relativa do ar em telado foram de 34,3°C e 46,3%, respectivamente.

Plantas durante a floração apresentaram baixa severidade da doença, com média máxima de 2,1 (Tabela 4) em uma escala de 1-6, com base na porcentagem de folhas sintomáticas (Bahar et al. 2009). Os 2 genótipos mais resistentes nesse estágio, 'Sugar Baby' e BGCIA 979, diferiram significativamente ( $P \leq 0,05$ ) dos 4 mais susceptíveis, 'Peacock', BGCIA 34, BGCIA 28 e BGCIA 849, os quais não diferiram entre si (Tabela 4). 'Sugar Baby' e BGCIA 979 também estavam entre os genótipos mais resistentes nos ensaios de inoculação em plântulas (Tabela 2) e plantas antes da floração (Tabela 3). A cv. Charleston Gray diferiu significativamente do genótipo mais resistente ('Sugar Baby') e mais suscetível (BGCIA 849), entretanto sem diferir dos demais tratamentos.

A incidência da doença em frutos variou entre os genótipos de 43,3 a 100%. Os 3 genótipos com menor incidência da doença, BGCIA 979, 'Sugar Baby' e BGCIA 34, apresentaram resultados significativos ( $P \leq 0,05$ ) quando comparado com os 3 genótipos com maior incidência, 'Peacock', 'Charleston Gray' e BGCIA 849. Conforme observado em outros estádios de desenvolvimento da melancia, as cvs. Sugar Baby e Charleston Gray comportaram-se como mais resistente e suscetível à mancha aquosa, respectivamente (Tabela 4).

## Teste de transmissão em sementes

Os frutos sintomáticos e assintomáticos dos 7 genótipos apresentaram sementes contaminadas que originaram plântulas com sintomas típicos da mancha aquosa. A incidência da doença em frutos sintomáticos variou de 7,3% para o genótipo BGCIA 34 a 35,3% para o genótipo ‘Charleston Gray’; enquanto nos frutos assintomáticos variou de 3,3% (‘Charleston Gray’) a 8,7% (‘Sugar Baby’) (Tabela 5).

## Discussão

A mancha aquosa é uma doença responsável por elevadas perdas econômicas na cultura do meloeiro no Brasil (Sales Júnior e Menezes 2001) e uma grande ameaça para a melancia. Isto justifica o desenvolvimento de programas de melhoramento visando à obtenção de variedades dessa olerícola com resistência a doença, sendo necessárias pesquisas em busca de fontes de resistência.

Cucurbitáceas são suscetíveis à mancha aquosa em vários estádios de desenvolvimento da planta, sendo este um obstáculo na seleção para resistência (Bahar et al. 2009). A combinação de resultados obtidos em ensaios realizados em diferentes estádios de desenvolvimento da planta tornará a seleção de fontes de resistência à mancha aquosa mais confiável em condições de ocorrência natural da doença.

A seleção de fontes de resistência através da inoculação em sementes é importante porque *A. citrulli* é habitante desse órgão, tendo sobrevivido em sementes de melancia procedentes de frutos infectados durante 12 meses, em condições de laboratório (Hopkins et al. 1996). Além disso, a transmissão deste patógeno por sementes é muito eficiente, variando de 33 a 91% e de 10 a 69%, respectivamente, segundo O'Brien e Martin (1999) e Oliveira et al. (2001). Em lotes de sementes contendo uma semente contaminada com a bactéria em concentrações diversas ( $1 \times 10^1$  a  $1 \times 10^7$  UFC/ml), foram obtidos níveis de transmissão de *A. citrulli* variando de 16,7 a 100% (Dutta et al. 2011).

No ensaio de inoculação em sementes, a umidade e, principalmente, a temperatura foram fatores que provavelmente contribuíram para maior severidade da mancha aquosa no experimento 1 (temperatura de 31,6°C e umidade relativa do ar de 64,6%) em comparação com o experimento 2 (temperatura de 28,1°C e umidade relativa do ar de 51,2%), bem como para uma maior variação nos resultados dos experimentos. Genótipos resistentes a doença em um experimento, como ‘Crimson Select’, BGCIA 843, BGCIA 979 e BGCIA 8 comportaram-

se como suscetíveis no outro. Influência de fatores ambientais já foi relatada como responsável pela variação na resposta de resistência à mancha aquosa.

Hopkins e Thompson (2002) trabalhando com 1.344 acessos das espécies *Citrullus* e *P. fistulosus* verificaram que alguns apresentaram níveis mais baixos de resistência à mancha aquosa em condições de verão e outros no inverno. Bahar et al. (2009) observaram que a quantidade de luz também pode contribuir diretamente na intensidade da doença. Na estação de outono (maior parte do dia nublado) os genótipos apresentaram maiores níveis de severidade, enquanto que na primavera (maior parte do dia ensolarado) foram observados menores níveis de severidade.

Quando *A. citrulli* foi inoculada em plântulas de melancia, observou-se uma maior severidade da mancha aquosa para a maioria dos genótipos, com médias variando entre 2,3 e 4,0 (Tabela 2) em comparação com a inoculação em sementes, cuja severidade variou de 0,2 a 4,8 (Tabela 1), considerando-se que ambos os ensaios foram avaliados com escalas diagramáticas de 1-5. Essa alta suscetibilidade à mancha aquosa também foi relatada em meloeiro nos estádios iniciais e finais de desenvolvimento, ou seja, plântulas e frutos (Bahar et al. 2009). Embora os genótipos BGCIA 962, BGCIA 28, BGCIA 34, BGCIA 979, BGCIA 849, BGCIA 952, BGCIA 8, 'Peacock' e 'Sugar Baby' tenham se comportado como os mais resistentes nos dois experimentos de inoculação em plântulas, alguns apresentaram variações no desempenho (BGCIA 812, 'Pérola', BGCIA 2, BGCIA 40 e BGCIA 12). A variabilidade quanto à reação dos genótipos à mancha aquosa é justificável à medida que a maioria são variedades crioulas de melancia, e em alto grau de heterozigose. Quanto às cultivares comerciais e progênies dos programas de melhoramento, estes anteriormente não foram selecionados para resistência a referida bacteriose. Essa variação quanto à resistência à mancha aquosa também foi detectada por Hopkins et al. (1993) ao testar os acessos de melancia PI 295843 e PI 299378 selecionados anteriormente por Sowell e Schaad (1979) com resistência à mancha aquosa, os quais se comportaram como suscetíveis. Conforme esperado, a cv. Charleston Gray apresentou alta suscetibilidade à mancha aquosa. Esse comportamento, também relatado anteriormente por Goth e Weeb (1981) e Hopkins e Thompson (2002), foi o principal motivo da escolha desse genótipo como padrão de suscetibilidade. A suscetibilidade à mancha aquosa das cultivares de base genética da Crimson Sweet (Hollar Premium e Crimson Select), BRS Opara e Pérola também foi confirmada nas condições estudadas.

A resistência no estádio de plântula é importante porque após o transplântio para o campo, a bactéria é disseminada para plântulas ou plantas vizinhas através de respingos de água de chuva e irrigação, solos infestados, insetos, implementos agrícolas, operários de

campo (Santos e Viana 2000) e aerossóis (Hopkins et al. 1992). Esta resistência tem sido a mais estudada em relação à mancha aquosa utilizando-se o método de pulverização, com as vantagens de ocupar pouco espaço e tempo, podendo ser facilmente realizado em casa de vegetação (Bahar et al. 2009; Goth e Webb 1981; Hopkins et al. 1993; Hopkins e Thompson 2002; Sowell e Schaad 1979; Walcott et al. 2003).

Quando as plantas foram inoculadas antes da floração, observou-se menor severidade da mancha aquosa para a maioria dos genótipos. A menor severidade da doença nesse estágio de desenvolvimento da melancia pode ser justificada pelo fato de plantas adultas serem relativamente resistentes à mancha aquosa, com sintomas muitas vezes imperceptíveis (Bahar et al. 2009). Este fato pode favorecer a escapes, selecionando-se plantas suscetíveis como resistentes. Mesmo assim, similaridades foram observadas entre os resultados desse ensaio (Tabela 3) e o de inoculação em plântulas (Tabela 2), onde os genótipos BGCIA 28, BGCIA 34, BGCIA 979, BGCIA 849, 'Peacock' e 'Sugar Baby' foram agrupados entre os mais resistentes.

A menor severidade da mancha aquosa observada nos 7 genótipos inoculados com *A. citrulli* na época de floração está relacionada, provavelmente, ao estágio de desenvolvimento da planta, como já discutido anteriormente para plantas antes da floração. Além disso, as condições de desenvolvimento do experimento no telado foram bem diferentes, com média de temperatura mais elevada (34,3°C) e umidade relativa mais baixa (46,3%). Neste ensaio, os genótipos mais resistentes BGCIA 979 e 'Sugar Baby', confirmaram as posições de destaque evidenciadas nos ensaios em plântulas e plantas antes da floração.

A inoculação nos frutos ocorreu após a fecundação dos mesmos, época considerada mais suscetível para a mancha aquosa (Wiebe et al. 2004), justificando assim a alta incidência da doença encontrada na maioria dos genótipos avaliados. Os resultados encontrados nas cvs. Sugar Baby e Charleston Gray, respectivamente, menor e maior suscetibilidade à doença nos frutos, se assemelham aos obtidos por Hopkins et al. (1993). Esses autores atribuíram a resistência a uma característica fenotípica de coloração da casca, onde cultivares como Charleston Gray, que possuem casca em um tom verde-claro, apresentavam uma tendência de maior suscetibilidade que 'Sugar Baby', que possui casca em tom verde-escuro. Além da 'Sugar Baby', os genótipos BGCIA 979 e BGCIA 34 mantiveram-se como os mais resistentes à mancha aquosa, como verificado em outros estádios de desenvolvimento da planta de melancia.

Considerando que as perdas econômicas causadas pela doença estão mais relacionadas aos frutos e que os sintomas de mancha aquosa afetam diretamente a aparência do produto a

ser comercializado (Maynard e Hopkins 1999), torna-se imprescindível a realização de estudos de resistência neste estágio de desenvolvimento da planta. No entanto, é necessário enfatizar que plantas aparentemente saudáveis podem ser fontes de inóculo de *A. citrulli*, contribuindo para uma posterior infecção dos frutos (Latin e Hopkins 1995). Portanto, ensaios em plantas tão importantes quanto em frutos, mesmo que os resultados dos dois não se correlacionem (Bahar et al., 2009).

O teste de transmissão em sementes confirmou que frutos de melancia, sintomáticos e assintomáticos, podem abrigar sementes contaminadas, responsáveis pela transmissão de *A. citrulli*, embora uma menor transmissão tenha sido observada em frutos assintomáticos (máxima de 7,4%). Flores de melancia inoculadas com *A. citrulli* por deposição de 10µL de suspensão também geraram frutos assintomáticos contendo sementes contaminadas, as quais originaram plântulas com sintomas típicos da doença (Walcott et al. 2003). Bahar et al. (2009) obtiveram resultados similares em meloeiro e enfatizaram a dificuldade encontrada pelas companhias produtoras de sementes para a obtenção de sementes isentas do patógeno, especialmente sob condições não favoráveis ao desenvolvimento dos sintomas no fruto.

A reação da maioria dos genótipos testados quanto à resistência à mancha aquosa foi variada, a exemplo da cv. Peacock que se mostrou inicialmente resistente na inoculação em sementes, e posteriormente, alternou entre resistente (em plântulas) e suscetível (frutificação), e do genótipo BGCIA 849 que apresentou resistência nas inoculações em sementes, plântulas e plantas antes da floração, mas foi o mais suscetível durante a floração e frutificação. Em acessos de meloeiro, a grande variação de resposta para resistência à mancha aquosa foi explicada pela alta variabilidade genética (Bahar et al. 2009) devida a segregação entre plantas de um mesmo acesso (Buso et al. 2004) e pela capacidade de *A. citrulli* infectar órgãos da planta em diferentes estágios de desenvolvimento (Bahar et al. 2009).

Dos 74 genótipos de melancia testados, nenhum foi imune à mancha aquosa. No geral, a reação da maioria variou em função dos diferentes estágios de desenvolvimento da planta e das diferentes condições dos ensaios realizados. No entanto, BGCIA 979, BGCIA 34 e 'Sugar Baby' apresentaram altos níveis de resistência na maioria dos estágios de desenvolvimento da planta, indicando serem fontes de resistência à doença que poderão ser utilizadas em programas de melhoramento. Por se tratar de uma cultivar já melhorada, Sugar Baby tem a vantagem de possuir uma menor frequência alélica de genes indesejáveis, viabilizando um possível cruzamento entre ela e outra cultivar, sem interferir nas características agronômicas que se deseja manter.

A principal medida de controle da mancha aquosa é o plantio de sementes sadias, incluído no princípio geral de exclusão (Latin e Hopkins 1995). No entanto, a imunização visando à obtenção e/ou incorporação de fontes de resistência em cultivares, vem reforçar este controle (Hopkins e Thompson 2002), uma vez que plantas de melancia resistentes a doença viabilizariam a produção de sementes livres do patógeno, impedindo esta principal forma de disseminação.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo a Francisco C. Q. Carvalho, e de pesquisa a Rosa L. R. Mariano e Elineide B. Souza.

### **Referências**

- Agriannual (2011) Anuário da agricultura brasileira. Instituto FNP, São Paulo
- Araújo DV, Mariano RLR, Michereff SJ (2005) Métodos de inoculação de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* em melão. *Summa Phytopathologica* 31:69-73
- Azevedo LAS (1997) Manual de quantificação de doenças de plantas. Novartis, São Paulo
- Bahar O, Kritzman G, Burdman S (2009) Bacterial fruit blotch of melon: screens for disease tolerance and role of seed transmission in pathogenicity. *European Journal of Plant Pathology* 123:71–83
- Buso GSC, Nass LL, Marques ASA, Lopes CA, Buso JA (2004) Avaliação de genótipos de melão, visando identificar fontes de resistência a *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. In: Comunicado Técnico, 116. Embrapa Recursos Genéticos e biotecnologia, Brasília
- Dutta B, Scherm H, Gitaitis RD, Walcott RR (2011) *Acidovorax citrulli* seed inoculum load affects seedling transmission and spread of bacterial fruit blotch of watermelon under greenhouse conditions. *Plant Disease*. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-04-11-0292>. Posted 12/07/2011. First Look" paper. Acesso em 07 de fevereiro de 2012
- Faostat (2011) Food And Agriculture Organization Of The United Nations. <http://www.fao.org>. Acesso em 05 de fevereiro de 2012
- Ferreira DF (1992) SISVAR (Sistema para análise de variância para dados balanceados). UFLA, Lavras

- Goth RW, Webb RE (1981) Resistance of commercial watermelon (*Citrullus lanatus*) to *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli*. Plant Disease 65:671–672
- Halfeld-Vieira BA, Nechet KL (2007) Mancha-aquosa da melancia em Roraima. Fitopatologia Brasileira 32:268
- Hopkins DL (1991) Chemical control of bacterial fruit blotch of watermelon. Proc Fla State Hort Soc 104: 270-272
- Hopkins DL (1993) Field spread of bacterial fruit blotch of watermelon. Phytopathology 83:466
- Hopkins DL, Cucuzza JD, Waterwon JC (1996) Wet seed treatments for the control of bacterial fruit blotch of watermelon. Plant Disease 80:529-532
- Hopkins DL, Cucuzza JD, Watterson JC (2003) Wet seed treatment with peroxyacetic acid for the control of bacterial fruit blotch and other seedborne diseases of watermelon. Plant Disease 87:1495-1499
- Hopkins DL, Stall RE, Latin R, Rushing J, Cook WP, Keinath APB (1992) Bacterial fruit blotch of watermelon. In: Technical Report. American Sunmelon, Flórida
- Hopkins DL, Thompson CM (2002) Evaluation of *Citrullus* sp. germ plasm for resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Plant Disease 86:61–64
- Hopkins DL, Thompson CM, Elmstrom GW (1993) Resistance of watermelon seedlings and fruit to the fruit blotch bacterium. HortScience 28:122–123
- Isakeit T (1999) Bacterial fruit blotch in watermelon. Texas: The Agricultural Extension Service. <http://www.cygnus.tamu.edu/extlabn/vegetables/wmelon.htm>. Acesso em 22 de setembro de 2011.
- Latin R, Hopkins DL (1995) Bacterial fruit blotch of watermelon. The hypothetical exam question becomes reality. Plant Disease 79:761-765
- Macagnan D, Romeiro RS, Mendonça HL, Barreto RW (2003) Mancha bacteriana da melancia: uma nova doença no estado de Minas Gerais. Summa Phytopathologica 29:286-287
- Maynard DN, Hopkins DL (1999) Watermelon fruit disorders. HortTechnology 9:155–161
- Moraes ISF, Medeiros FHV, Mariano RLR, Viana IO (2002) Proteção de plantas de melão contra *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* mediada por *Bacillus* spp. Fitopatologia Brasileira 27:S65-66
- Nascimento ARP, Mariano RLR, Silva EI (2004) Hospedeiros alternativos de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Horticultura Brasileira 22:345-349

- O'Brien RG, Martin AL (1999) Bacterial blotch of melons caused by strains of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Australian Journal of Experimental Agriculture, 39:479-485
- Oliveira IS, Sales Júnior R, Mariano RLR (2001) *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*: método de isolamento e transmissão por sementes. Fitopatologia Brasileira 26:302
- Oliveira IS, Sales Júnior R, Mariano RLR (2003) Ocorrência da mancha-aquosa por *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* em melão-pepino no Brasil. Fitopatologia Brasileira, Brasília 28:682
- Oliveira JC, Silveira EB, Mariano RLR, Cardoso E, Viana IO (2007) Caracterização de isolados de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Fitopatologia Brasileira 32:480-487
- Pusey PL, Wilson CL (1984) Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. Plant Disease 68:753-756
- Rane KK, Latin RX (1990) Investigation of bacterial fruit blotch of watermelon. Phytopathology 80:1070
- Robbs CF, Rodrigues Neto J, Ramos RS, Sinigaglia C (1991) Mancha bacteriana da melancia no estado de São Paulo, causada por *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli*. Fitopatologia Brasileira 16:48
- Sales Júnior R, Menezes JB (2001) Mapeamento das doenças fúngicas, bacterianas e viróticas do cultivo do melão no Estado do RN. In: Relatório Técnico. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró
- Santos AA, Viana FM (2000) Mancha-aquosa do melão. In: Relatório Técnico. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza
- Silva Neto EB, Medeiros FHV, Mariano RLR, Silveira EB (2003) Controle químico da mancha-aquosa do melão pelo tratamento de sementes. Fitopatologia Brasileira 28:S340
- Silveira EB, Michereff SJ, Mariano RLR (2003) Severidade da mancha-aquosa em meloeiro sob diferentes condições de molhamento foliar e concentração de inóculo de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Fitopatologia Brasileira 28:171-175
- Somodi GC, Jones JB, Hopkins DL, Stall RE, Kucharek TA, Hodge NC, Watterson JC (1991) Occurrence of a bacterial watermelon fruit blotch in Florida. Plant Disease 75:1053-1056
- Sowell G, Schaad NW (1979) *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* on watermelon: seed transmission and resistance of plant introductions. Plant Disease Reporter 63:437-441
- Walcott RR, Fessehaie A, Castro AC (2004) Differences in pathogenicity between two genetically distinct groups of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* on cucurbit hosts. Journal of Phytopathology 152:277-285

- Walcott RR, Gitaitis RD, Castro AC (2003) Role blossoms in watermelon seed infestation by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Phytopathology* 93:528-534
- Walcott RR, Langston D, Gitaitis RD, Gay D, Hopkins DL, Kucharek TA, Latin R, Egel D, Cook WP, Keinath AP, Lovic B (2001) Guidelines for managing bacterial fruit blotch disease. <http://www.tifton.uga.edu/veg//Alerts/.htm>. Acesso em 10 de novembro de 2011
- Wiebe WL, Hopkins DL, Walcott RR (2004) Bacterial Fruit Blotch - Questions and answers with the experts. <http://www.seedquest.com/vegetables/watermelon/pdf/bfb.pdf>. Acesso em 05 de janeiro de 2012.

**Tabela 1** Avaliação da resistência de genótipos de melancia à mancha aquosa, através da inoculação de *Acidovorax citrulli* em sementes

Experimento 1				Experimento 2			
Genótipo	Severidade <sup>1</sup>	Genótipo	Severidade <sup>1</sup>	Genótipo	Severidade <sup>1</sup>	Genótipo	Severidade
'Crimson Select'	1,2 a <sup>2</sup>	BGCIA 829	2,6 ab	'Sugar Baby'	0,2 a <sup>3</sup>	BGCIA 979	1,4 b
BGCIA 843	1,2 a	BGCIA 823	2,6 ab	BGCIA 64	0,3 a	BGCIA 809	1,5 b
BGCIA 979	1,2 a	08.2214.001	2,6 ab	BGCIA 34	0,5 a	'Hollar Premium'	1,5 b
BGCIA 952	1,4 a	BGCIA 240	2,6 ab	BGCIA 36	0,6 a	BGCIA 824	1,5 b
BGCIA 8	1,4 a	BGCIA 827	2,6 ab	BGCIA 849	0,6 a	'Crimson Sweet'	1,6 b
'Charleston Gray'	1,4 ab	BGCIA 973	2,6 ab	BGCIA 115	0,6 a	BGCIA 963	1,6 c
BGCIA 115	1,4 ab	BGCIA 856	2,6 ab	BGCIA 976	0,7 a	'Charleston Gray'	1,6 c
'BRS Opara'	1,4 ab	BGCIA 834	2,6 ab	BGCIA 123	0,8 a	08.2214.001	1,6 c
BGCIA 28	1,4 ab	BGCIA 964	2,6 ab	BGCIA 952	0,8 a	BGCIA 959	1,7 c
BGCIA 976	1,5 ab	BGCIA 953	2,6 ab	BGCIA 819	0,8 a	BGCIA 30	1,7 c
BGCIA 12	1,5 ab	BGCIA 951	2,6 ab	BGCIA 43	0,8 a	BGCIA 2	1,7 c
BGCIA 849	1,6 ab	BGCIA 815	2,6 ab	BGCIA 815	0,8 a	BGCI 240	1,8 c
BGCIA 40	1,5 ab	'Mickelee'	2,7 ab	BGCIA 975	0,8 a	BGCIA 219	1,8 c
BGCIA 812	1,6 ab	BGCIA 123	2,7 ab	BGCIA 40	0,8 a	BGCIA 12	1,8 c
'Crimson Sweet'	1,6 ab	BGCIA 957	2,7 ab	BGCIA 951	0,9 a	BGCIA 957	1,8 c
BGCIA 821	1,7 ab	'Sugar Baby'	2,8 ab	BGCIA 964	0,9 a	BGCIA 953	1,8 c
'Pérola'	1,8 ab	BGCIA 26	2,8 ab	BGCIA 227	0,9 a	BGCIA 843	1,8 c
BGCIA 227	1,9 ab	BGCIA 975	2,8 ab	BGCIA 812	1,0 a	BGCIA 827	1,9 c
BGCIA 811	2,0 ab	BGCIA 820	2,8 ab	BGCIA 811	1,0 a	BGCIA 954	1,9 c
'Peacock'	2,0 ab	BGCIA 226	2,8 ab	BGCIA 973	1,1 b	BGCIA 825	2,0 c
'Hollar Premium'	2,0 ab	BGCIA 833	3,0 ab	'Crimson Select'	1,1 b	BGCIA 834	2,0 c
BGCIA 2	2,0 ab	BGCIA 954	3,0 ab	BGCIA 817	1,1 b	BGCIA 823	2,0 c
'Riviera'	2,0 ab	BGCIA 818	3,0 ab	BGCIA 28	1,2 b	BGCIA 821	2,0 c

Tabela 1 continuação

Experimento 1				Experimento 2			
Genótipo	Severidade <sup>1</sup>	Genótipo	Severidade	Genótipo	Severidade <sup>1</sup>	Genótipo	Severidade
BGCIA 825	2,0 ab <sup>2</sup>	BGCIA 830	3,0 ab	BGCIA 814	1,2 b <sup>3</sup>	BGCIA 962	2,0 c
BGCIA 814	2,0 ab	BGCIA 219	3,0 ab	BGCIA 807	1,2 b	BGCIA 961	2,0 c
BGCIA 807	2,1 ab	BGCIA 822	3,1 ab	BGCIA 26	1,2 b	BGCIA 955	2,1 c
BGCIA 963	2,1 ab	BGCIA 960	3,2 ab	BGCIA 226	1,2 b	BGCIA 857	2,1 c
BGCIA 64	2,1 ab	BGCIA 955	3,2 ab	BGCIA 225	1,2 b	BGCIA 835	2,1 c
BGCIA 967	2,2 ab	BGCIA 857	3,2 ab	BGCIA 820	1,3 b	‘Pérola’	2,2 c
BGCIA 36	2,2 ab	BGCIA 819	3,3 ab	‘Peacock’	1,3 b	‘BRS Opara’	2,4 d
BGCIA 43	2,2 ab	BGCIA 809	3,4 ab	BGCIA 818	1,4 b	BGCIA 830	2,4 d
BGCIA 34	2,2 ab	BGCIA 835	3,4 ab	BGCIA 806	1,4 b	BGCIA 856	2,6 d
BGCIA 817	2,3 ab	BGCIA 225	3,4 ab	‘Riviera’	1,4 b	BGCIA 833	2,7 d
‘BRS Kuarah’	2,4 ab	BGCIA 30	3,4 ab	BGCIA 967	1,4 b	BGCIA 829	2,7 d
BGCIA 824	2,5 ab	BGCIA 961	3,6 ab	BGCIA 8	1,4 b	BGCIA 826	2,7 d
BGCIA 806	2,6 ab	BGCIA 962	4,0 ab	BGCIA 960	1,4 b	‘BRS Kuarah’	2,8 d
BGCIA 826	2,6 ab	BGCIA 959	4,8 b	‘Mickelee’	1,4 b	BGCIA 822	3,1 d

C.V. = 13,76%

<sup>1</sup>Severidade da doença baseada nos sintomas em plântulas: 0 - plântulas sem sintomas; 1 - plântulas com lesões marginais em até 50% de uma ou ambas as folhas cotiledonares; 2 - plântulas com lesões marginais em até 75% de ambas as folhas cotiledonares; poucas lesões no centro do limbo; deformação foliar leve; 3 - plântulas com lesões marginais em 100% de ambas as folhas cotiledonares; muitas lesões no centro do limbo; deformação foliar acentuada; enfezamento; 4 - plântulas com lesões marginais em 100% de ambas as folhas cotiledonares; muitas lesões no centro do limbo progredindo para o hipocótilo; deformação foliar total; enfezamento; 5 - necrose total das folhas cotiledonares e hipocótilo; tombamento e morte (Araújo et al. 2005)

<sup>2</sup>Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis

<sup>3</sup>Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ( $P \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott

**Tabela 2** Avaliação da resistência de genótipos de melancia à mancha aquosa, através da inoculação de *Acidovorax citrulli* em plântulas

Experimento 1				Experimento 2			
Genótipo	Severidade <sup>1</sup>	Genótipo	Severidade	Genótipo	Severidade <sup>1</sup>	Genótipo	Severidade
BGCIA 962	3,4 a <sup>2</sup>	‘Riviera’	3,8 c	BGCIA 979	2,3 a <sup>2</sup>	BGCIA 976	3,6 f
‘Peacock’	3,4 a	BGCIA 227	3,9 c	BGCIA 34	2,4 a	BGCIA 40	3,6 f
BGCIA 28	3,4 a	BGCIA 843	3,9 c	‘Sugar baby’	2,6 b	BGCIA 811	3,8 g
BGCIA 34	3,4 a	‘BRS opara’	3,9 c	BGCIA 36	2,8 c	‘BRS Opara’	3,8 g
BGCIA 979	3,6 b	BGCIA 976	3,9 c	BGCIA 959	2,9 c	‘Hollar Premium’	3,8 g
BGCIA 849	3,6 b	‘Charleston Gray’	4,0 d	BGCIA 962	3,0 c	‘Crimson Select’	3,8 g
BGCIA 812	3,6 b	‘Crimson Select’	4,0 d	‘Peacock’	3,0 d	‘Charleston Gray’	3,9 g
BGCIA 952	3,6 b	BGCIA 811	4,0 d	BGCIA 2	3,0 d	BGCIA 812	4,0 h
‘Sugar Baby’	3,6 b	BGCIA 959	4,0 d	BGCIA 952	3,0 d	‘Pérola’	4,0 h
BGCIA 8	3,7 b	‘Crimson Sweet’	4,0 d	BGCIA 12	3,1 d	‘Crimson Sweet’	4,0 h
‘Pérola’	3,7 b	‘Hollar Premium’	4,0 d	BGCIA 28	3,1 d	BGCIA 115	4,0 h
BGCIA 36	3,8 c	BGCIA 12	4,0 d	BGCIA 849	3,2 d	BGCIA 64	4,0 h
BGCIA 115	3,8 c	BGCIA 40	4,0 d	BGCIA 821	3,4 e	BGCIA 227	4,0 h
BGCIA 64	3,8 c	BGCIA 2	4,0 d	‘Riviera’	3,4 e	BGCIA 843	4,0 h
BGCIA 821	3,8 c			BGCIA 8	3,4 e		
C.V. = 15,04%				C.V. = 13,47%			

<sup>1</sup>Severidade da doença baseada nos sintomas em plântulas: 0 - plântulas sem sintomas; 1 - plântulas com lesões cobrindo até 25% de uma ou ambas as folhas cotiledonares, hipocótilo sem sintomas; 2 - plântulas com lesões cobrindo de 26 a 50% de uma ou ambas as folhas cotiledonares, hipocótilo sem sintomas; 3 - plântulas com lesões cobrindo de 51 a 75% de uma ou ambas as folhas cotiledonares, hipocótilo sem sintomas; 4 - plântulas com lesões cobrindo de 76 a 100% de uma ou ambas as folhas cotiledonares, hipocótilo sem sintomas; 5 - necrose total das folhas cotiledonares, lesões ou necrose total do hipocótilo, tombamento e morte da plântula (Araújo et al. 2005)

<sup>2</sup>Médias na coluna seguidas pela mesma letra em cada experimento não diferem significativamente ( $P \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott

**Tabela 3** Avaliação da resistência de genótipos de melancia à mancha aquosa, através da inoculação de *Acidovorax citrulli* em plantas antes da floração

<b>Genótipo</b>	<b>Severidade<sup>1</sup></b>	<b>Genótipo</b>	<b>Severidade</b>
BGCIA 979	1,5 a <sup>2</sup>	BGCIA 64	2,2 c
BGCIA 34	1,8 b	BGCIA 8	2,2 c
BGCIA 811	1,8 b	BGCIA 976	2,3 c
‘Peacock’	1,8 b	BGCIA 40	2,3 c
BGCIA 849	1,8 b	BGCIA 959	2,7 d
BGCIA 28	1,8 b	‘Hollar Premium’	3,0 e
BGCIA 952	1,8 b	‘Crimson Sweet’	3,0 e
‘Sugar Baby’	1,9 b	‘BRS Opara’	3,0 e
BGCIA 821	1,9 b	‘Crimson Select’	3,0 e
BGCIA 962	2,0 c	BGCIA 812	3,0 e
BGCIA 2	2,0 c	‘Charleston Gray’	3,1 e
BGCIA 227	2,2 c	‘Pérola’	3,1 e
BGCIA 36	2,2 c	‘Riviera’	3,5 f
BGCIA 12	2,2 c	BGCIA 843	4,2 g
BGCIA 115	2,2 c		

C.V. = 10,58%

<sup>1</sup>Severidade da doença baseada na porcentagem de área foliar infectada: 0 - sem sintomas; 1 - 1 a 5% de área foliar infectada; 2- 6 a 12% de área foliar infectada; 3 - 13 a 37% de área foliar infectada; 4 - 38 a 62% de área foliar infectada; 5 - 63 a 87% de área foliar infectada; 6 - 88 a 100% de área foliar infectada (adaptada de Azevedo 1997)

<sup>2</sup>Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ( $P \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott

**Tabela 4** Avaliação da resistência de genótipos de melancia à mancha aquosa, através da inoculação de *Acidovorax citrulli* em plantas durante a floração e frutificação

Floração		Frutificação	
Genótipo	Severidade <sup>1</sup>	Genótipo	Incidência (%) <sup>2</sup>
‘Sugar Baby’	0,5 a <sup>3</sup>	BGCIA 979	43,3 a <sup>3</sup>
BGCIA 979	0,7 ab	‘Sugar Baby’	53,1 ab
‘Charleston Gray’	1,2 bc	BGCIA 34	62,5 ab
‘Peacock’	1,6 cd	BGCIA 28	74,0 bc
BGCIA 34	1,6 cd	‘Peacock’	87,5 cd
BGCIA 28	1,7 cd	‘Charleston Gray’	93,8 cd
BGCIA 849	2,1 d	BGCIA 849	100,0 d
C.V. = 20,63%		C.V. = 10,80%	

<sup>1</sup>Severidade da doença baseada na porcentagem de folhas sintomáticas na planta: 0 - 0% de folhas sintomáticas; 1 - 10% ou menos de folhas sintomáticas; 2 - 11 a 25% de folhas sintomáticas; 3 - 26 a 50% de folhas sintomáticas; 4 - 51 a 75% de folhas sintomáticas; 5 - 76 a 90% de folhas sintomáticas; 6 - mais de 90% de folhas sintomáticas (Bahar et al. 2009)

<sup>2</sup>Número de frutos sintomáticos entre os frutos inoculados de cada planta

<sup>3</sup>Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ( $P \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de comparação de médias de Tukey

**Tabela 5** Transmissão de *Acidovorax citrulli* por sementes de melancia de frutos sintomáticos e assintomáticos

<b>Genótipo</b>	<b>Número de frutos sintomáticos/ transmissão por semente (%)<sup>1</sup></b>	<b>Número de frutos assintomáticos/ transmissão por semente (%)</b>
BGCIA 34	11/7,3	5/5,0
BGCIA 979	10/10,7	12/6,8
BGCIA 28	13/11,1	6/5,8
BGCIA 849	14/14,7	-
‘Sugar Baby’	8/15,6	8/8,7
‘Peacock’	10/17,4	2/7,4
‘Charleston Gray’	11/35,3	3/3,3

<sup>1</sup>Porcentagem de transmissão bacteriana avaliada pela incidência da doença em plântulas (n = 40 sementes por fruto)

## **CONCLUSÕES GERAIS**

---

---

## CONCLUSÕES GERAIS

1. Dos 74 genótipos de melancia testados, nenhum foi imune à mancha aquosa;
2. A maioria dos genótipos de melancia apresentou variação na resistência nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta;
3. A suscetibilidade a mancha aquosa da cv. Charleston Gray e das cultivares da mesma base genética de Crimson Sweet (Hollar Premium e Crimson Select), BRS Opara e Pérola, foi confirmada nas condições estudadas;
4. Os genótipos BG CIA 979, BG CIA 34 e ‘Sugar Baby’ foram considerados fontes de resistência a mancha aquosa;
5. Sementes de melancia de frutos sintomáticos e assintomáticos podem transmitir *Acidovorax citrulli*;
6. Na avaliação de genótipos de melancia quanto à resistência à mancha aquosa é recomendável a utilização de plantas em diferentes estádios de desenvolvimento.