

## **Acidovorax: UM VERSÁTIL E FITOPATOGÊNICO GÊNERO BACTERIANO**

Andre Gustavo Battistus<sup>1</sup>, Alice Jacobus de Moraes<sup>1</sup> e Odair José Kuhn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, CEP 85.960-000, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: [andre\\_battistus@hotmail.com](mailto:andre_battistus@hotmail.com); [alicemoraes@hotmail.com](mailto:alicemoraes@hotmail.com); [ojkuhn@gmail.com](mailto:ojkuhn@gmail.com)

*RESUMO: Bactérias do gênero Acidovorax são de ampla ocorrência nos mais diversos habitats. Algumas espécies apresentam habilidade biorremediadora através da oxidação do ferro, destinando contaminantes como cromo, arsênio e compostos nitroaromáticos. Contudo, as que interagem com vegetais são amplamente versáteis, atacando desde plantas ornamentais, cucurbitáceas e solanáceas, até importantes cereais como arroz, milho, cana-de-açúcar, entre outras gramíneas, apresentando sintomas de manchas aquosas e negras e estrias bacterianas. Apresentam mecanismos de regulação da expressão protéica conforme necessidade, de infecção ou sobrevivência, sendo auxiliado por mecanismos de coordenação da atividade enzimática entre células. Agregam-se ao hospedeiro por meio da produção de exopolissacarídeos, potencializada quando na presença de pilus no perímetro celular. São sobreviventes epifíticos no ambiente através de hospedeiros alternativos, tendo como principal via de disseminação sementes, alojando-se em todos os tecidos das mesmas, inviabilizando tratamentos físicos de assepsia. Pesquisas realizadas até o momento, em sua maioria, tratam da identificação de novas espécies e fazem breve levantamento sobre sua caracterização bioquímica e possíveis hospedeiros. Sendo um gênero que apresenta bactérias fitopatogênicas que afetam plantas de grande importância econômica, torna-se necessária pesquisa e reunião de dados dos principais mecanismos de patogenicidade para o desenvolvimento de técnicas eficientes de controle a campo.*

*PALAVRAS-CHAVE: fitopatogenicidade, patologia de plantas, sintomatologia*

### **Acidovorax: A VERSATILE AND PLANT PATHOGENIC BACTERIAL GENUS**

*ABSTRACT: Bacteria of the genus Acidovorax are widely spread in diverse habitats. Some species have bioremediating skill by oxidation of iron, designed contaminants such as chromium, arsenic, and nitroaromatic compounds. However, that interact with plants are widely versatile, since attacking ornamental plants, cucurbits and solanaceous until important cereals such as rice, corn, sugarcane, among other grasses, showing symptoms of aqueous and black bacterial spots and streaks. Showed mechanisms of protein regulation expression as needed, infection or survival, being aided by coordination mechanisms of enzymatic activity between cells. Are added to the host by producing exopolysaccharides, potentiated in the presence of pili in the cell perimeter. Survivors are epiphytic on the environment through alternative hosts, the main route of spread seed, by staying in all tissues of the same, invalidating physical treatments aseptic. Research conducted so far, mostly dealing with the identification of new species and make a brief survey about their biochemical characterization and possible hosts. Being a genre that presents plant pathogenic bacteria that affect plants of great economic importance, it becomes necessary research and survey data of the major pathogenic mechanisms for the development of effective techniques for controlling on the field.*

*KEYWORDS: phytopathogenicity, plant pathology, symptomatology*

## INTRODUÇÃO

A história das bactérias pertencentes ao gênero *Acidovorax* teve início com a descoberta da *Acidovorax facilis*, inicialmente classificada como *Hydrogenomas facilis* (Schatz e Bovell, 1952), porém rejeitada na década posterior por Davis et al. (1969) e proposta a alteração de *Hydrogenomas* para *Pseudomonas* (Davis et al., 1970). Essa classificação perdurou até o início da década de 90, onde, com o auxílio da aplicação conjunta de técnicas moleculares e bioquímicas, Willems et al. (1990) e Willems et al. (1992) finalmente desmembraram as atuais *Acidovorax* do gênero *Pseudomonas*, baseando o nome às suas características de acidez e voracidade fitopatogênica.

Microrganismos afiliados ao gênero *Acidovorax* (família *Comamonadaceae*, subclasse das proteobactérias) são de ocorrência ampla, sendo encontradas em solo, ambientes aquáticos, amostras clínicas e agindo também como patógenos em vegetais (Willems et al., 1992).

Usualmente, são sensíveis a diversos antibióticos, como kasugamicina (Sales Júnior et al., 2005), ampicilina, gentamicina, kanamicina, streptomina, tetracycline (Rabinovitch-Deere e Parales, 2012), lincomicina, clindamicina (Grondeau et al., 2007) chloromicetina e rifampicina (Liu et al., 2012), facilitando assim sua manipulação *in vitro*.

Podem ser separados em dois grupos dentro de seu gênero, baseado exclusivamente no seu habitat e ocorrência na natureza, sendo fitopatogênicas e/ou solas e ambientes aquáticos (Choi et al., 2010). As cepas fitopatogênicas produzem colônias de coloração amarelada levemente amarronzadas (Willems et al., 1992).

## HISTÓRICO

Originalmente proposto por Willems et al., (1990), o gênero *Acidovorax* foi criado transferindo microrganismos previamente classificados como *Pseudomonas facilis* e *Pseudomonas delafieldii* para *Acidovorax facilis* e *Acidovorax delafieldii*, respectivamente, sendo isoladas de relvas de solo, água e diversos ambientes clínicos. Juntamente ao nascimento do gênero, foi criada uma nova espécie, *Acidovorax temperans*, se referindo a versatilidade metabólica moderada em relação às descritas anteriormente, porém isolada de ampla gama de ambientes, desde lodo a resíduos de urina.

Contudo, a transferência de gênero das primeiras espécies fitopatogênicas foi proposta somente no início da década de 90 por Willems et al.(1992). Provenientes do gênero *Pseudomonas*, *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*, *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*, *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae*, e *Acidovorax konjaci*, espécies que afetam

respectivamente diversas espécies de poaceas, orchidaceas, cucurbitáceas e, especificamente *Amorphophallus rivieri* cultivar *Konjac*, do qual provém o nome da espécie.

Comumente encontradas em ambientes aquáticos, pesquisadores como Schulze et al. (1999) deram continuidade a ampliação do gênero batizando novas espécies como *Acidovorax defluvii* devido ao local no qual foi identificada (estação de tratamento de esgoto), encontrada juntamente à *A. delafieldii*, porém distintas quando submetidas a sequenciamento genético.

A partir de manchas foliares em antúrio, Gardan et al. (2000) recuperaram uma bactéria possuidora de gene Hrp, a qual batizaram de *Acidovorax anthurii*, relacionando ao hospedeiro da mesma, no qual ocasiona mancha foliar do antúrio. Anos mais tarde, encontrou-se em uma específica espécie de alface (*Valerianella locusta*) em campos de alta tecnologia na parte ocidental da França, responsável pela mancha bacteriana na cultura, a qual atribuiu-se o nome de *Acidovorax valerianella* (Gardan et al., 2003).

Schaad et al. (2008), através da análise de sequências de 16S rDNA e 16-23S rDNA, encontraram diferenças tanto genotípicas quanto fenotípicas entre subespécies de *A. avenae*, propondo que as subespécies fossem elevadas as espécies *Acidovorax avenae*, *Acidovorax citrulli*, *Acidovorax cattleyae*, e propondo a criação de uma nova espécie: *Acidovorax oryzae*. Todas as quatro são passíveis de diferenciação por ensaio de reassociação de DNA.

Ao mesmo tempo, Heylen et al. (2008) trabalhando com lodo em estação de tratamento de águas residuais, obtiveram quatro estirpes de bactérias desnitrificadoras, as quais todas, através de análise de proteínas celulares e resultados de testes bioquímicos e fisiológicos, exibiram-se distintas das suas vizinhas filogenéticas, resultado comprovado por técnicas moleculares, e então conferido o nome de *Acidovorax caenià* nova espécie.

Na Coréia do Sul, um grupo de pesquisadores analisando solo de aterro, encontraram similaridade de 98,30% através de sequenciamento de 16S rDNA com o gênero *Acidovorax*, contudo, não se assemelhando a nenhuma espécie já definida (11,7-28,4% em hibridização), denominando-se então o nome de *Acidovorax soli* (Choi et al., 2010).

A partir de isolamento de bactérias de raízes de trigo por Li et al. (2011), por meio de sequenciamento genético de 16S rDNA, encontrou-se espécie que apresentava 97% de similaridade para com as já conhecidas de *Acidovorax*, contudo por hibridização de DNA a mesma se apresentou pouco semelhante (25,3-55,7%), sendo batizada portanto de *Acidovorax radialis*.

Recentemente, adicionou-se mais um integrante ao gênero, com três cepas, a qual responde pelo nome de *Acidovorax wautersii*, isoladas de duas amostras clínicas e uma

ambiental. Por sequenciamento genético as três cepas apresentaram-se idênticas, porém diferindo das anteriormente relatadas (Vaneechoutte et al., 2013).

### **MORFOLOGIA E CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS**

Segundo a descrição original (Willems et al., 1990), as bactérias do gênero *Acidovorax* são levemente curvadas a retas, com dimensões entre 0,2-0,7 x 1,0-5,0 µm, possuem flagelo apolar que as confere mobilidade, sendo gram negativas de oxidase positiva, sem produção de pigmentação fluorescente. Ocorrem isoladas, em pares ou pequenas cadeias. São aeróbicas, apresentando comportamento tanto quimiorganotrófico como litoautotrófico.

Algumas espécies colonizadoras de solos e ambientes aquáticos possuem capacidade desnitrificativa, devido à presença dos genes *nar*, *nir*, *nor*, *enos*, sendo também altamente resistentes a ambientes contaminados por arsênio (Huang et al., 2012). Possuem capacidade de realizar a oxidação do ferro no ambiente a partir da redução de nitrato, trabalhando no processo que dará destino a contaminantes como cromo, arsênio e compostos nitroaromáticos por meio da sua adsorção ou redução (Pantke et al., 2012). Algumas estirpes respondem positivamente para a mineralização de compostos nitroarenos, através da dioxigenação, que são altamente contaminantes de solos e águas subterrâneas (Rabinovitch-DeereParales, 2012).

As espécies fitopatogênicas apresentam melhor crescimento a temperaturas de 32 °C e pH de 7,4, utilizando diversas formas de carboidratos, e sendo inibidas pela presença de NaCl no meio (Cavalcanti et al. 2005). Sua capacidade de armazenamento eleva-se consideravelmente quando aplicada a técnica de dessecação em papel filtro, estendendo seu tempo de conservação *in vitro* por até 180 dias (Araújo et al., 2008). Ainda segundo os mesmos autores, para curtos períodos, seria melhor utilizar repicagens periódicas, em torno de 30 dias de intervalo entre uma e outra, sendo recomendado a utilização de meio ágar nutritivo-extrato de levedura-dextrose (NYDA).

### **MECANISMOS GERAIS DE PATOGENICIDADE**

As bactérias do gênero *Acidovorax* possuem capacidade de regular a expressão de proteínas conforme a finalidade, infecção ou sobrevivência, como constatado por Ibrahim et al. (2012) onde observou-se maior gama de proteínas quando a bactéria buscava sobrevivência com ênfase em fosfolipases, e menor número quando em atividade na planta, principalmente proteínas relacionadas a motilidade, e a produção e gasto de ATP.

A sua capacidade de agregação ao hospedeiro é desencadeada através de sinais nutricionais, a partir do reconhecimento do meio, sendo essa agregação através da produção de exopolissacarídeos mais rápida e agressiva em relações carbono/nitrogênio baixas, se estabelecendo na fase log de crescimento das colônias (Clark Ehlerse Turner, 2013).

Liu et al. (2012) verificaram que a presença de pilus nas células bacterianas tem forte influência na virulência das mesmas, elevando a capacidade de movimentação e formação de biofilme, e conseqüentemente, a patogenicidade.

Há a presença N-acil homoserina lactonas em *Acidovorax*, que atuam semelhantemente a feromônios, importantes na comunicação célula-célula para síntese de enzimas específicas, mediadas pelo reconhecimento do meio através de sensores, controlando também a densidade populacional e coordenando demais tipos de sinais relacionados à virulência, e estão diretamente relacionadas à taxa de crescimento, motilidade e virulência, agregando agressividade, porém não sendo através da regulação da formação de biofilmes, exopolissacarídeos ou atividade do gene Hrp (Fan et al., 2010).

Contudo, seu flagelo que lhe confere mobilidade e maior capacidade virulenta pode ser a causa de sua decadência, pois Hirai et al. (2011) encontrou indícios de que a flagelina, principal componente do flagelo da bactéria, induz a uma forte resposta imune na cultura do arroz contra *A. avenae*.

### SINTOMATOLOGIA GERAL

De modo geral em plantas ocasionam estrias foliares, listras marrons, iniciando com cloroses com posterior evolução para necroses foliares, e em poaceas a infecção pode causar encurvamento da bainha e um alongamento do mesocotilo (Giordano et al., 2012). O alongamento do mesocotilo pode estar relacionado à produção do hormônio auxina, ácido indol acético, como caracterizado no estudo de Oliveira et al. (2007).

Em cucurbitáceas atacam os frutos, acarretando no aparecimento de pequenas lesões encharcadas, marrom escuras, circulares, com diâmetro entre 5 e 10 mm, podendo ocorrer aprofundamento das lesões na polpa, atingindo as sementes (Oliveira et al., 2003). Este aprofundamento se dá graças à produção de pectinases e pectato liases pelas bactérias, incrementando sua agressividade (Tang et al., 2013).

Stovold et al. (2001) relatam que sintomas iniciais em orquídeas começam por meio de lesões aquosas, evoluindo rapidamente para necroses e posterior morte da folha, atingindo então pontos de crescimento, causando o declínio da planta como todo.

Já em arroz, estrias de coloração castanha afetam as plântulas com poucos dias de desenvolvimento, aparecendo primeiramente na parte inferior das hastes estendendo-se até o interior da bainha, e posteriormente colonizando toda a nervura central da folha (Li et al., 2010).

### **DISSEMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA**

Por possuírem grande capacidade de disseminação via semente (Oliveira et al., 2003), se tornam um grande problema em cultivos comerciais (Makizumi et al., 2010), adotando-se práticas de exclusão do patógeno da área e utilização de sementes isentas do patógeno (Johnsone Walcott, 2013). Ainda conforme Johnson e Walcott (2013), a atividade de acil homoserina lactonas é fator decisivo do estado de sobrevivência para a infecção inicial em plântulas, coordenando a atividade enzimática bacteriana.

Foram encontrados indícios por Silva Neto et al. (2006) de que infectantes de cucurbitáceas penetram nos frutos tanto através de lenticelas quanto estômatos atingindo as sementes e alojando-se nos tegumentos interno e externo, embrião e endosperma, o que dificulta a aplicação de tratamentos físicos de assepsia.

Já sua sobrevivência na entressafra está diretamente relacionada à presença de hospedeiros alternativos, os quais sofrem danos variáveis com a presença do patógeno, como algumas espécies de cucurbitáceas, solanáceas e caricáceas (Nascimento et al., 2004). Sua sobrevivência também se dá de forma epifítica na raiz e ambiente da rizosfera, quando em aguardo de melhores condições para infecção (Silva et al., 2006).

### **PRINCIPAIS ESPÉCIES E RESPECTIVOS HOSPEDEIROS**

As espécies do gênero *Acidovorax* podem ser separadas em dois grupos de ocorrência e habitat. *Acidovorax defluvii*, *A. facilis*, *A. delafieldii*, *A. temperans* e *A. caeni* estão no grupo de espécies ambientais que são encontrados principalmente no solo e na água. *Acidovorax citrulli*, *A. cattleyae*, *A. avenae*, *A. oryzae*, *A. anthurii*, *A. valerianellae* e *A. konjaci* são espécies fitopatogênicas que infectam o milho, aveia, arroz e muitas outras plantas (Choi et al, 2010).

#### *Acidovorax anthurii*

Esta espécie foi descoberta em estudos realizados por Gardan et al. (2000). Neste trabalho, os autores relatam o aparecimento de manchas foliares em plantas de antúrio durante a década de 1980 em produção comercial da planta nas Antilhas Francesas e Trinidad e

Tobago. Os sintomas causados por tais manchas diferiam das que eram atribuídas a infecções causadas por microrganismos dos gêneros *Ralstonia*, *Burkholderia* e *Pseudomonas*. Alguns autores já haviam realizado testes bioquímicos, percebendo que as características encontradas indicavam que a bactéria pertencia ao gênero *Acidovorax*.

#### *Acidovorax avenae*

*A. avenae* é uma fitobactéria que pode causar doenças economicamente importantes em muitas plantas, incluindo arroz, milho (podridão no talo do milho), aveia (mancha foliar bacteriana), cana-de-açúcar (estria vermelha), entre outras gramíneas. Em especial, no caso do arroz, cepas de *A. avenae* causam graves perdas em muitos países da Ásia, África, Américas e Europa (Xie et al., 2011).

Os sintomas da infecção por esta bactéria são caracterizados pelo surgimento de estrias verdes nas folhas que, em seguida, evoluem para estrias vermelhas fortemente definidas. Tais estrias aparecem inicialmente na base das folhas e variam em seu comprimento e largura. A infecção pode chegar à região apical, matando a haste da planta (Zia-Ul-Hussnain et al., 2011)

Schaad et al., (2008), identificaram uma outra espécie dentro do gênero *Acidovorax* que tem como hospedeiro as plantas de arroz. A *A. oryzae* difere-se de *A. avenae* devido a algumas características fenotípicas e a algumas fontes de nutrientes utilizadas no seu desenvolvimento.

#### *Acidovorax cattleyae*

O aparecimento de mancha marrom em orquídeas, vinha sendo atribuído à *Pseudomonas cattleyae* desde estudos realizados na década de 70 na América do Norte e Taiwan. Os hospedeiros mais estudados desse patógeno são as orquídeas do gênero *Phalaenopsis* (Schaad et al., 2008).

Os sintomas dessa doença iniciam-se como pequenas manchas aquosas, que vão escurecendo e crescendo rapidamente, matando folhas inteiras e invadindo as células vegetais, causando a morte da planta. Ao longo de diversos testes bioquímicos, foi possível a reclassificação da *P. cattleyae* como *A. cattleyae* (Stovold et al., 2001).

#### *Acidovorax citrulli*

Encontrada também na Austrália e nos Estados Unidos em 1997, a mancha-aquosa causada pela bactéria *A. citrulli*, foi observada pela primeira vez no Brasil em campos

comerciais de meloeiro (*Cucumis melo* L.) no Estado do Rio Grande do Norte, causando lesões em frutos. Atualmente, essa doença ocorre nas zonas produtoras deste Estado de forma epidêmica, com perdas na produção de até 100%. A bactéria é transmitida por sementes e a doença pode ter sido introduzida no Brasil inadvertidamente pela importação de sementes infetadas (Silveira et al., 2003).

Os sintomas da mancha-aquosa podem se manifestar em qualquer fase de desenvolvimento da planta. Nas folhas cotiledonares e verdadeiras as lesões são inicialmente aquosas e em seguida passam a necróticas. Nos frutos as lesões permanecem aquosas por longo período e correspondem internamente a uma lesão de cor marrom claro a marrom escuro na polpa, chegando até as sementes (Oliveira et al., 2006).

Com relação à gama de hospedeiros, *A. citrulli*, além de causar mancha-aquosa em melão, melancia e abóbora, foi também detectada em frutos de melão-pepino (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naudin), na invasora *Cucumis myriocarpus* Naudin subsp. *myriocarpus*, em mudas de berinjela (*Solanum melongena* L.) provenientes de sementes infectadas, e sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) infectadas com o patógeno. É possível que o patógeno sobreviva em cucurbitáceas silvestres, como a bucha (*Luffa cylindrica* L.) e o melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.), que são comuns nos solos arenosos do Nordeste (Nascimento et al., 2004).

Silva Neto et al., (2006), estudaram a penetração e colonização de *A. citrulli* em folhas, frutos e sementes de melão, com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura, a qual permitiu comprovar a colonização epifítica de *A. citrulli* na superfície das folhas de melão. Os autores puderam verificar evidências morfológicas que indicaram que *A. citrulli* penetrou nas folhas e frutos de melão amarelo via aberturas estomáticas e lenticelas. A penetração das bactérias por estômatos favoreceu o desenvolvimento dos primeiros sintomas da mancha-aquosa, que se manifestam através de anasarcas no limbo foliar, seguidas de manchas de coloração marrom-escura.

Costa et al. (2006) sugerem que o controle preventivo é o mais recomendável, evitando-se a entrada do fitopatógenos na área, pela utilização de sementes certificadas, livres da bactéria, pois uma vez introduzida na área de plantio a sua erradicação é muito difícil. Outras medidas de controle podem ser adotadas, principalmente após a entrada da bactéria no campo, entre elas destacam-se: rotação de culturas com espécies de outras famílias botânicas, que não sejam cucurbitáceas, por pelo menos 1 a 2 anos; manutenção da temperatura e umidade em níveis baixos em casa de vegetação ou estufas; erradicação de plântulas e/ou plantas com sintomas e erradicação de plantas voluntárias.



*Acidovorax radidis*

Myung et al. (2010), verificaram sintomas de mancha negra em raízes de uma espécie de rabanete de grande importância comercial na Coreia. Os autores isolaram a bactéria de tecidos de raízes doentes e das lesões em ágar-ágar tripticase-soja (TSA). Os isolados foram gram-negativos aeróbios, movidos por um único flagelo, produzindo colônias brancas em TSA. A patogenicidade da bactéria, confirmada em testes bioquímicos, indicaram que as mesmas podem ser classificadas como *A. radidis*.

A mesma espécie também foi isolada por Li et al. (2011), em raízes de plantas de trigo, não sendo especificado por estes autores os sintomas da bactéria para esta planta.

*Acidovorax valerianellae*

*Valerianella locusta*, conhecida popularmente como alface-da-terra, alface-de-coelho ou alface-de-cordeiro, é tradicionalmente cultivada na França (cerca de 75% da produção mundial) para utilização em saladas. A alface produzida é utilizada para venda, tradicionalmente em bandejas, e para a salada sozinha ou misturada com outras folhas. Na década de 90 esta cultura começou a apresentar sintomas de manchas aquosas nos cotilédones e folhas que se tornavam negras após 3-4 dias e, após diversos estudos bioquímicos chegou-se à conclusão de que se tratava de uma nova espécie dentro do gênero *Acidovorax*, para o qual se propôs o nome de *A. valerianellae* (Gardan et al., 2003).

Grondeau et al. (2007), afirmam que não existem informações sobre as fontes de inóculo dessa bactéria, porém destacam que, sendo uma cultura que permite até cinco colheitas por ano com um curto intervalo de tempo entre dois cultivos sucessivos, as condições de cultivo em solo francês são fortes indícios de propagação da doença. Os autores ainda afirmam que esta bactéria nunca foi isolada de sementes, sugerindo a fumigação do solo como forma de controle da doença.

Porém, Thiele et al. (2012), em estudos sobre contaminação de sementes de *V. locusta*, verificaram via microscopia de varredura a presença de bactérias em diversos lotes de sementes (no exterior das sementes) e mudas da planta.

Estudos recentes realizados por Han et al. (2012), descrevem o primeiro relato da doença mancha-negra bacteriana em melancia causadas por *A. valerianellae* na Coreia. Em Abril de 2011, manchas negras foram observadas em cotilédones de plantas em viveiros, e cerca de 9% das plantas de melancia estavam infectados com a doença. Os sintomas iniciais apresentados pelas mudas foram manchas pretas rodeadas por um halo de descoloração. As

bactérias isoladas de plantas infectadas eram de bactérias gram-negativas, movidas por um único flagelo e de 0,84 a 0,89 µm largura e 1,54 a 1,69 µm, formando colônias irregular, de cor branca-creme após 48 h de incubação em caldo Luria-Bertani (LB) agar a 28 °C.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Bactérias do gênero *Acidovorax* são de ampla ocorrência em diversos habitats, apresentando variados mecanismos de adaptação e sobrevivência, possuindo habilidade de comunicação inter-celular para coordenação da atividade colonial.

Espécies fitopatogênicas de *Acidovorax* são sobreviventes epifíticos no ambiente, tendo nas sementes sua principal via de disseminação, hospedando-se em plantas ornamentais, cucurbitáceas e solanáceas, até importantes culturas econômicas como arroz, milho, cana-de-açúcar, trigo, entre outras gramíneas, apresentando sintomas que variam desde manchas aquosas e negras a estrias bacterianas.

Resultados de pesquisas alcançados até o momento, em sua maioria, tratam de relatos de novas espécies, assim como possível atividade no ambiente. Desta forma, sendo um gênero que apresenta bactérias que afetam negativamente plantas de grande importância econômica, torna-se necessária a pesquisa dos seus mecanismos de patogenicidade para o desenvolvimento de técnicas eficientes para o controle destes microrganismos ao campo.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, D. V. DE; MARIANO, R. DE L. R.; SILVEIRA, E. B. DA; MICHEREFF, S. J. Métodos de preservação de *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 2, p. 178–180, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v34n2/14.pdf>>.

CAVALCANTI, M. T.; SILVEIRA, E. B. DA; MARIANO, R. DE L. R.; VIANA, I. O. Crescimento de *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli* sob diferentes temperaturas, pH, concentrações de cloreto de sódio e fontes de carbono. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1313–1318, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782005000600013&lng=pt&ptnrm=isoetlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000600013&lng=pt&ptnrm=isoetlng=pt)>.

CHOI, J.-H.; KIM, M.-S.; ROH, S. W.; BAE, J.-W. *Acidovoraxsoli* sp. nov., isolated from landfill soil. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 60, n. Pt 12, p. 2715–8, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20061503>>.

CLARK EHLERS, G. A; TURNER, S. J. Triggers of aggregation and extracellular polysaccharide polymer production in *Acidovorax temperans*. **Current microbiology**, v. 66, n. 5, p. 515–521, 2013. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23325034>>.

COSTA, F. M. DA; SALES JÚNIOR, R.; ALMEIDA, F. A. DE; LOPES, M. V. Eficiência de Kasugamicina e Hidróxido de Cobre no Controle da Bactéria *Acidovoraxavenae* subsp.

*citrulli*, Agente Causal da “Mancha-Aquosa” no Meloeiro. **Revista de Biologia e Ciencia da Terra**, v. 6, n. 1, p. 132–138, 2006.

DAVIS, D. H.; DOPUTOROFF, M.; STAINER, R. Y. Proposal to reject the genus *Hydrogenomonas*: Taxonomic implications. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 19, n. 4, p. 375–390, 1969. Disponível em: <<http://ijs.sgmjournals.org/cgi/doi/10.1099/00207713-19-4-375>>.

DAVIS, D. H.; STANIER, R. Y.; DOUDOROFF, M.; MANDEL, M. Taxonomic studies on some gram negative polarly flagellated “hydrogen bacteria” and related species. **Archiv für Mikrobiologie**, v. 70, n. 1, p. 1–13, 1970. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4987616>>.

FAN, J.; QIAN, G.; CHEN, T.; et al. The acyl-homoserine lactone (AHL)-type quorum sensing system affects growth rate, swimming motility and virulence in *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 27, n. 5, p. 1155–1166, 2010. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11274-010-0562-9>>.

GARDAN, L.; DAUGA, C.; PRIOR, P.; GILLIS, M.; SADDLER, G. S. *Acidovoraxanthurii* sp. nov., a new phytopathogenic bacterium which causes bacterial leaf-spot of anthurium. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 50, n. 1, p. 235–246, 2000. Disponível em: <<http://ijs.sgmjournals.org/content/50/1/235.abstract>>.

GARDAN, L.; STEAD, D. E.; DAUGA, C.; GILLIS, M. *Acidovoraxvalerianellae* sp. nov., a novel pathogen of lamb’s lettuce [*Valerianellalocusta* (L.) Laterr.]. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 53, n. 3, p. 795–800, 2003. Disponível em: <<http://ijs.sgmjournals.org/cgi/doi/10.1099/ijs.0.02404-0>>.

GIORDANO, P. R.; CHAVES, A. M.; MITKOWSKI, N. A.; VARGAS, J. M. Identification, Characterization, and Distribution of *Acidovoraxavenae* subsp. *avenae* Associated with Creeping Bentgrass Etiolation and Decline. **Plant Disease**, v. 96, n. 12, p. 1736–1742, 2012. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-04-12-0377-RE>>.

GRONDEAU, C.; MANCEAU, C.; SAMSON, R. A semiselective medium for the isolation of *Acidovoraxvalerianellae* from soil and plant debris. **Plant Pathology**, v. 56, n. 2, p. 302–310, 2007. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-3059.2006.01510.x>>.

HAN, Y. K.; HAN, K. S.; LEE, S. C.; KIM, S.; LEE, J. First Report of Bacterial Black Spot Disease in Watermelon Caused by *Acidovoraxvalerianellae* in Korea. **Plant Disease**, v. 96, n. 5, p. 759–759, 2012. The American Phytopathological Society. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-10-11-0826>>.

HEYLEN, K.; LEBBE, L.; DE VOS, P. *Acidovoraxcaeni* sp. nov., a denitrifying species with genetically diverse isolates from activated sludge. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 58, n. Pt 1, p. 73–7, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18175686>>.

HIRAI, H.; TAKAI, R.; IWANO, M.; et al. Glycosylation regulates specific induction of rice immune responses by *Acidovoraxavenae* flagellin. **The Journal of biological chemistry**, v. 286, n. 29, p. 25519–25530, 2011. Disponível em:

<[http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3138280&tool=pmcentrez&render\\_type=abstract](http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3138280&tool=pmcentrez&render_type=abstract)>.

HUANG, Y.; LI, H.; RENSING, C.; et al. Genome sequence of the facultative anaerobic arsenite-oxidizing and nitrate-reducing bacterium *Acidovorax* sp. strain NO1. **Journal of bacteriology**, v. 194, n. 6, p. 1635–1636, 2012. Disponível em: <[http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3294833&tool=pmcentrez&render\\_type=abstract](http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3294833&tool=pmcentrez&render_type=abstract)>.

IBRAHIM, M.; SHI, Y.; QIU, H.; et al. Differential expression of in vivo and in vitro protein profile of outer membrane of *Acidovoraxavenae* subsp. *avenae*. **PloS one**, v. 7, n. 11, p. e49657, 2012. Disponível em: <[http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3499465&tool=pmcentrez&render\\_type=abstract](http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3499465&tool=pmcentrez&render_type=abstract)>.

JOHNSON, K. L.; WALCOTT, R. R. Quorum Sensing Contributes to Seed-to-Seedling Transmission of *Acidovoraxcitruilli* on Watermelon. **Journal of Phytopathology**, v. 161, n. 7-8, p. 562–573, 2013. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/jph.12106>>.

LI, B.; LIU, B.; YU, R.; et al. Bacterial brown stripe of rice in soil-less culture system caused by *Acidovoraxavenae* subsp. *avenae* in China. **Journal of General Plant Pathology**, v. 77, n. 1, p. 64–67, 2010. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10327-010-0280-z>>.

LI, D.; ROTHBALLER, M.; SCHMID, M.; ESPERSCHÜTZ, J.; HARTMANN, A. *Acidovoraxradicis* sp. nov., a wheat-root-colonizing bacterium. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 61, n. Pt 11, p. 2589–2594, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21131505>>.

LIU, H.; TIAN, W.-X.; IBRAHIM, M.; et al. Characterization of pilP, a gene required for twitching motility, pathogenicity, and biofilm formation of *Acidovoraxavenae* subsp. *avenae* RS-1. **European Journal of Plant Pathology**, v. 134, n. 3, p. 551–560, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10658-012-0038-x>>.

MAKIZUMI, Y.; IGARASHI, M.; GOTOH, K.; et al. Genetic diversity and pathogenicity of cucurbit-associated *Acidovorax*. **Journal of General Plant Pathology**, v. 77, n. 1, p. 24–32, 2010. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10327-010-0273-y>>.

MYUNG, I.-S.; LEE, Y.-K.; JEONG, I. H.; et al. A new disease, bacterial black rot of Korean radish, caused by *Acidovoraxkonjaci*. **New Disease Reports**, v. 22, n. 8, p. 26, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17488738>>.

NASCIMENTO, A. R. P.; MARIANO, R. L. R.; SILVA, E. I. Hospedeiros alternativos de *Acidovoraxavenae* subsp. *citruilli*. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 345–349, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362004000300001&lng=pt&nrm=iso&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362004000300001&lng=pt&nrm=iso&lng=pt)>.

OLIVEIRA, A. DE; SANTOS, M. H. M. DOS; SILVEIRA, E. B. DA; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. DE L. Biocontrole da mancha-aquosa do melão pelo tratamento de sementes com bactérias epifíticas e endofíticas. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 373–377, 2006.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S0102-05362006000300021eInng=ptenrm=isoetlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0102-05362006000300021eInng=ptenrm=isoetlng=pt)>.

OLIVEIRA, I. S. DE; SALES JÚNIOR, R.; MARIANO, R. L. R. Ocorrência da mancha-aquosa causada por *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli*, em melão-pepino no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 6, p. 686–686, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S0100-41582003000600017eInng=ptenrm=isoetlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0100-41582003000600017eInng=ptenrm=isoetlng=pt)>.

OLIVEIRA, J. C.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R.; CARDOSO, E.; VIANA, I. O. Caracterização de isolados de *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 480–487, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S0100-41582007000600005eInng=ptenrm=isoetlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0100-41582007000600005eInng=ptenrm=isoetlng=pt)>.

PANTKE, C.; OBST, M.; BENZERARA, K.; et al. Green rust formation during Fe(II) oxidation by the nitrate-reducing *Acidovorax* sp. strain BoFeN1. **Environmental science e technology**, v. 46, n. 3, p. 1439–1446, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22201257>>.

RABINOVITCH-DEERE, C. A; PARALES, R. E. Three types of taxis used in the response of *Acidovorax* sp. strain JS42 to 2-nitrotoluene. **Applied and environmental microbiology**, v. 78, n. 7, p. 2306–15, 2012. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3302635etool=pmcentrezrender type=abstract>>.

SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA, I. S.; MARIANO, R. L. R.; SILVA, G. F. DA; NUNES, G. H. S. Efeito de kasugamicina e oxicleto de cobre no controle da mancha-aquosa do meloeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 295–298, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S0100-41582005000300014eInng=ptenrm=isoetlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0100-41582005000300014eInng=ptenrm=isoetlng=pt)>.

SCHAAD, N. W.; POSTNIKOVA, E.; SECHLER, A.; et al. Reclassification of subspecies of *Acidovoraxavenae* as *A.avenae* (Manns 1905) emend., *A. cattleyae* (Pavarino, 1911) comb. nov., *A. citrulli* Schaad et al., 1978) comb. nov., and proposal of *A. oryzae* sp. nov. **Systematic and applied microbiology**, v. 31, n. 6-8, p. 434–446, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18993005>>.

SCHATZ, A.; BOVELL, C. Growth and hydrogenase activity of a new bacterium, *Hydrogenomasfacilis*. **Journal of Bacteriology**, v. 63, n. 1, p. 87–98, 1952. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC169930/pdf/jbacter00001-0104.pdf>>.

SCHULZE, R.; SPRING, S.; AMANN, R.; et al. Genotypic diversity of *Acidovorax* strains isolated from activated sludge and description of *Acidovoraxdefluvii* sp. nov. **Systematic and applied microbiology**, v. 22, n. 2, p. 205–14, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10390871>>.

SILVA NETO, E. B.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R.; et al. Penetração e colonização de *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli* em folhas, frutos e sementes de melão amarelo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 84–88, 2006. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582006000100015&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582006000100015&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>.

SILVA, V. A. V.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R. Sobrevivência de *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli* em meloeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 381–386, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582006000400008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582006000400008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>.

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 *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 171–175, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582003000200009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582003000200009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>.

STOVOLD, G. E.; BRADLEY, J.; FAHY, P. C. *Acidovoraxavenae* subsp. *cattleyae* (*Pseudomonascattleyae*) causing leafspot and death of *Phalaenopsisorchids* in New South Wales. **Australasian Plant Pathology**, v. 30, n. 1, p. 73–74, 2001. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1071/AP00066>>.

TANG, Q.; LIU, Y.-P.; REN, Z.-G.; YAN, X.-X.; ZHANG, L.-Q. A crystal structure of pathogenic factor pectate lyase from *Acidovoraxcitrulli*. **Proteins: Structure, Function and Bioinformatics**, v. 81, n. 8, p. 1485–90, 2013. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23568384>>.

THIELE, K.; SMALLA, K.; KROPF, S.; RABENSTEIN, F. Detection of *Acidovoraxvalerianellae*, the causing agent of bacterial leaf spots in corn salad [*Valerianellalocusta* (L.) Laterr.], in corn salad seeds. **Letters in applied microbiology**, v. 54, n. 2, p. 112–8, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22098338>>.

VANEECHOUTTE, M.; JANSSENS, M.; AVESANI, V.; DELMÉE, M.; DESCHAGHT, P. Description of *Acidovoraxwautersii* sp. nov. to accommodate clinical isolates and an environmental isolate, most closely related to *Acidovoraxavenae*. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 63, n. Pt 6, p. 2203–6, 2013. Disponível em: <[http://ijs.sgmjournals.org/cgi/content/long/63/Pt\\_6/2203](http://ijs.sgmjournals.org/cgi/content/long/63/Pt_6/2203)>.

WILLEMS, A.; FALSEN, E.; POT, B.; et al. *Acidovorax*, a New Genus for *Pseudomonasfacilis*, *Pseudomonasdelafieldii*, E. Falsen (EF) Group 13, EF Group 16, and Several Clinical Isolates, with the Species *Acidovoraxfacilis* comb. nov., *Acidovoraxdelafieldii* comb. nov., and *Acidovoraxtemperans* sp. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 40, n. 4, p. 384–398, 1990. Disponível em: <<http://ijs.sgmjournals.org/cgi/doi/10.1099/00207713-40-4-384>>.

WILLEMS, A.; GOOR, M.; THIELEMANS, S.; et al. Transfer of Several Phytopathogenic *Pseudomonas* Species to *Acidovorax* as *Acidovoraxavenae* subsp. *avenae* subsp. nov., comb. nov., *Acidovoraxavenae* subsp. *citrulli*, *Acidovoraxavenae* subsp. *cattleyae*, and *Acidovoraxkonjaci*. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 42, n. 1, p. 107–119, 1992. Disponível em: <<http://ijs.sgmjournals.org/cgi/doi/10.1099/00207713-42-1-107>>.

XIE, G.-L.; ZHANG, G.-Q.; LIU, H.; et al. Genome sequence of the rice-pathogenic bacterium *Acidovoraxavenae* subsp. *avenae* RS-1. **Journal of bacteriology**, v. 193, n. 18, p.

5013–5014, 2011. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3165674&tool=pmcentrez&renderertype=abstract>>.

ZIA-UL-HUSSNAIN, S.; HAQUE, M. I.; MUGHAL, S. M.; et al. Isolation and biochemical characterizations of the bacteria (*Acidovorax avenae* subsp . *avenae*) associated with red stripe disease of sugarcane. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 37, p. 7191–7197, 2011. Disponível em: <<http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/94748/84117>>.