

MURCHA-BACTERIANA: NOVA AMEAÇA À CAFEICULTURA BRASILEIRA?Carlos Alberto Lopes¹; Mauricio Rossato²; Leonardo Silva Boiteux³

1. Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, clopes@cnph.embrapa.br
2. Estudante da Faculdade da Terra de Brasília, Brasília - DF, mauricio.rossato@cnph.embrapa.br
3. Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, boiteux@cnph.embrapa.br

RESUMO: A família Solanaceae e a família Rubiaceae são filogeneticamente muito próximas, pertencendo ao mesmo grupamento taxonômico (Asterid I) das dicotiledôneas. Esta similaridade foi comprovada após extensiva análise molecular do repertório de genes entre tomate (*Solanum lycopersicum*) and *Coffea canephora*, onde foi observada uma quase perfeita correlação de diversas regiões genômicas entre estas duas espécies. Plantas da família Solanaceae representam o principal grupo de espécies hospedeiras da bactéria vascular *Ralstonia solanacearum*, causadora da murcha-bacteriana. No presente trabalho, foi investigado se o cafeeiro (*Coffea arabica*) é também é uma planta hospedeira desta bactéria, indicando que o processo de co-evolução deste patossistema pode ter iniciado antes mesmo da divergência destas duas famílias botânicas. Testes de patogenicidade com nove isolados de *R. solanacearum*, de diferentes procedências e hospedeiras, foram conduzidos em mudas de cafeeiro das cultivares 'Catuaí', 'Catuaí Amarelo' e 'Catuaí Vermelho'. A inoculação foi conduzida via imersão de raízes podadas em suspensão bacteriana (10^8 ufc/mL). Os três genótipos foram infectados por *R. solanacearum* e a suscetibilidade foi do tipo isolado-específica. A manifestação dos sintomas foi bem mais lenta e mais suave (nanismo e seca de folhas) quando comparada com os sintomas de murcha severa em mudas de tomateiro. Este é, aparentemente, o primeiro registro de *C. arabica* como hospedeira desta bactéria. *Ralstonia solanacearum* possui uma notável plasticidade patogênica, adaptada a condições de temperaturas elevadas e capaz infectar hospedeiros de diferentes grupos taxonômicos, incluindo espécies arbóreas. Neste cenário, o avanço da fronteira agrícola do cafeeiro para regiões quentes e o aquecimento global levam a refletir sobre a seleção de isolados mais agressivos nesta hospedeira, bem como a necessidade de estabelecer estratégias para antecipar o controle desta nova ameaça potencial para a cultura.

Palavras-chave: *Ralstonia solanacearum*, *Coffea arabica*, *Coffea canephora*

BACTERIAL WILT: A NEW THREAT TO THE COFFEE INDUSTRY IN BRAZIL?

ABSTRACT: The Solanaceae and Rubiaceae families have close phylogenetic relationship, being both members of the higher-dicot Asterid I clade. This close relationship was also verified via comparative molecular analyses of gene repertoire in tomato (*Solanum lycopersicum*) and *Coffea canephora*, where an almost perfect match of genomic regions was observed in these two species. Species belonging to the Solanaceae family are among the most important host plants of *Ralstonia solanacearum*, the causal agent of the bacterial wilt disease. In the present work, we investigated if the coffee (*C. arabica*) is also a host species of *Ralstonia solanacearum*, which might give an indication that the co-evolution history of this pathosystem took place earlier than the evolutionary divergence of both families. Pathogenicity tests were carried out in a greenhouse with nine *R. solanacearum* isolates obtained from distinct geographic areas and host plants. Seedlings of the cultivars 'Catuaí', 'Catuaí amarelo' and 'Catuaí vermelho' were inoculated by the root-dipping method with a suspension adjusted to 10^8 CFU/mL. These tests indicated that *C. arabica* is an experimental host of a sub-set of *R. solanacearum* isolates and the coffee susceptibility was typically isolate-specific. Symptom expression was slower and milder when compared with the severe vascular wilt symptoms on tomato seedlings. To our knowledge, it is the first report of *C. arabica* as a host of this pathogen. *Ralstonia solanacearum* has a remarkable plasticity, being adapted to environmental conditions of high humidity and temperature and being able to induce wilt symptoms in a wide range of host from distinct taxa, including woody host such as shrubs and trees. In this scenario, the moving agricultural frontier towards warm climate areas and the perspectives of global warming are points to ponder especially in relation to the increased chances of selecting *R. solanacearum* isolates more aggressive to coffee trees. Therefore, there is a need to establish strategies in order to anticipate this problem and to avoid potential damage of this pathogen for the coffee industry.

Key words: *Ralstonia solanacearum*, *Coffea arabica*, *Coffea canephora*

INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea arabica* e *C. canephora*) é uma das principais fontes de riqueza do Brasil, além de contribuir significativamente com a absorção de mão-de-obra no campo. Atualmente, a área plantada em produção é de cerca de 2 milhões de hectares (Embrapa, 2009). Um dos principais componentes para o sucesso da cafeicultura é a escolha de áreas com clima adequado. Por exemplo, regiões com a ocorrência de temperaturas mais altas o café robusta (*C. canephora*), tem sido recomendado uma vez que esta espécie é mais adaptada à faixa de temperatura média anual entre 22°C a 26°C (Nunes *et al.*, 2005). O cultivo do café-arábica é feito em condições de clima mais ameno na faixa de temperatura entre 19°C e 22°C (Ricci & Neves, 2006). De acordo com dados da Embrapa (2009) relativos a

levantamento do ano 2000, a contribuição dos estados na produção de café foi: Minas Gerais (51%), Espírito Santo (22%), São Paulo (12%), Paraná (6%), Rondônia (4%) e Bahia (4%). A contribuição restante, cerca de 1%, se dividiu entre RJ, GO, MT, PA e CE.

O cafeeiro é atacado por muitas doenças, dentre as quais se destacam: ferrugem, cercosporiose, mancha-de-phoma, mancha-de-ascochyta, mancha-aureolada, rizoctoniose, roseliniose, mancha-anular e amarelinho (Carvalho & Chalfoun, 2000). Entre as doenças de etiologia bacteriana no cafeeiro descrita na literatura encontra-se a mancha foliar causada por *Bulkholderia andropogonis* (Gonzalez et al, 2007).

Ralstonia solanacearum é um patógeno com alta capacidade destrutiva e muito versátil, capaz de atacar centenas de espécies vegetais pertencentes a mais de 50 famílias botânicas (Hayward, 1994). Embora cause maiores danos nas espécies da família Solanaceae, sua ampla gama de hospedeiras e as diferenças de patogenicidade / virulência entre isolados (cepas) levaram Budenhagen (1986) a comentar que “existem muitas murchas-bacterianas e existem muitas ralstonias solanacearums”. Posteriormente, Gillings & Fahy (1994) caracterizaram essa variabilidade fenotípica e genotípica usando o termo “species complex”, ou seja, o patógeno não se restringe a uma única espécie, mas é um “complexo de espécies”, ainda não devidamente separadas por falta de tecnologia incontestável para tal. Por isso, tem sido um dos patógenos mais estudados em todo o mundo desde a sua primeira constatação definitiva como patógeno de plantas há pouco mais de um século. Tradicionalmente, as variantes de isolados de *R. solanacearum* têm sido representadas por “raças”, com base na capacidade de atacar diferentes hospedeiras (Budenhagen *et al.*, 1962), ou por “biovars”, com base na capacidade diferencial de usar açúcares e álcoois como fontes de carbono (Hayward, 1991). Embora as classificações em raças e biovars tenham sido úteis nos últimos anos, apresentam a inconveniência de serem inconsistentes, por se basearem em características fenotípicas. A caracterização genotípica, mais confiável por ser estável, teve seu primeiro impulso no final de década de 1980, quando, por meio de análise de RFLP, isolados da bactéria originários da Ásia foram separados de isolados das Américas, sugerindo uma dicotomia evolucionária do patógeno (Cook *et al.*, 1989). Pouco depois, foi identificado um grupo distinto para isolados da África (Poussier *et al.*, 2000). Mais recentemente, Fegan & Prior (2005), apoiados em estudos de homologia de DNA-DNA, propuseram uma nova classificação genética em quatro níveis taxonômicos, equivalentes a espécies, subespécies, grupos infra-subespecíficos e linhagens clonais. Nessa nova proposta, o termo “filotipo”, que é identificado por PCR multiplex baseado na região ITS do cromossoma, é usado para designar grupos maiores no nível de subespécies. O termo “sequevar”, que é identificado pela análise de seqüência de genes de endoglucanases, é usado para designar grupos infra-subespecíficos.

Por se tratar de um patógeno muito bem adaptado ao solo e por causar doença em cultivos conduzidos sob altas temperaturas, é muito provável que, a médio e longo prazos, *R. solanacearum* venha a se tornar um patógeno ainda mais agressivo nas áreas cultivadas com solanáceas, à medida que se constata aumento de temperatura global. Da mesma forma, não deve ser surpresa o aparecimento de focos de murcha-bacteriana em novas hospedeiras e em regiões geográficas onde até então não se havia preocupação com esta doença (Lopes, 2005). Hospedeiras consideradas “não tradicionais” relatadas no Brasil são: eucalipto (Dristig *et al.*, 1988), maracujá (Lopes *et al.*, 1999), abóbora (Sinigaglia *et al.*, 2001), pepino (Parente *et al.*, 1988), feijão (Akiba *et al.*, 1980) e pimenta-longa (Lopes *et al.*, 1997), além de várias plantas daninhas (Malavolta Jr. *et al.*, 2008). Um exemplo da plasticidade patogênica de *R. solanacearum* e de seu *status* de “complexo de espécies” foi a recente introdução, nos EUA, de isolados da raça 3 do patógeno (até então raramente associada a outra espécie que não a batata), em mudas de gerânio provenientes da Guatemala e do Quênia (USDA, 2004). A comprovação da presença da bactéria em viveiros e estufas nos EUA e no Canadá provocou alerta máximo nesses países, tendo em vista a ameaça de sua disseminação para campos de batata. Com isso, o patógeno ganhou a condição de “Agente de Destaque no Ato de Proteção ao Agroterrorismo dos EUA”, de 2002. Outro exemplo dessa diversidade fenotípica é a constatação de variantes com potencial patogênico diferenciado na Martinica, capazes de infectar antúrio, cucurbitáceas, helicônias e algumas plantas daninhas (Wicker *et al.*, 2007).

De acordo com Hayward (1994), que compilou as hospedeiras de *R. solanacearum* a partir de levantamento histórico de Kelman (1953), o único relato mundial de uma hospedeira na família Rubiaceae foi na planta daninha *Oldenlandia corymbosa*, ocorrido na Índia em 1979. Recente levantamento de bactérias fitopatogênicas assinaladas no Brasil não indica relato do cafeeiro como hospedeira *R. solanacearum* (Malavolta Jr. *et al.*, 2008). Algumas informações geradas recentemente pela comunidade científica mundial, entretanto, levam à reflexão sobre o um pretenso patossistema café \times murcha-bacteriana, tomando-se como base os componentes do triângulo da doença: patógeno, hospedeira e ambiente. Pelo lado do patógeno, a grande diversidade de *R. solanacearum* a credencia como agente etiológico de qualquer hospedeira vegetal. Em relação ao ambiente, os fatores que mais contribuem para a infecção de *R. solanacearum* e avanço das epidemias da murcha-bacteriana são a umidade e a temperatura elevadas. Com o avanço da fronteira agrícola brasileira em direção à Região Norte do País e o aumento gradual da temperatura global, espera-se que aumentem os relatos de novas hospedeiras de *R. solanacearum* e o aparecimento da doença em regiões até então livres dela (Ghini & Hamada, 2008).

Do lado da hospedeira, o cafeeiro aparece como possível hospedeira preferencial devido à grande similaridade entre as famílias Solanaceae e Rubiaceae. A família Solanaceae e a família Rubiaceae são filogeneticamente muito próximas, pertencendo ao mesmo grupamento taxonômico (Asterid I) das dicotiledôneas (Chase *et al.*, 1993). As evidências fósseis indicam que uma família divergiu da outra à cerca de 50 milhões de anos (Gandolfo *et al.*, 1998; Crepet *et al.*, 2004, apud Lin *et al.*, 2005). Esses resultados são consistentes com o fato de que o cafeeiro e o tomateiro apresentam diversas características genéticas similares, incluindo tamanho de genoma, organização cromossômica

(n=11 para café, n=12 para tomate) e arquitetura cromossômica. A estreita similaridade genética e taxonômica entre as duas famílias foi mais recentemente comprovada após extensiva e sofisticada análise de bases de dados moleculares EST (“Expressed Sequence Tags”) que indicaram uma quase perfeita correlação de regiões genômicas e conservação do repertório de genes nas duas famílias (Lin et al., 2005). As espécies da família Solanaceae representam o principal grupo de plantas hospedeiras da bactéria causadora da murcha vascular (*R. solanacearum*). A presença comum de genes relacionados com resistência a doenças sugere nestas duas famílias sugere que estudos comparativos entre patossistemas em café e tomate devem ser mais cuidadosamente considerados. Neste contexto, seria interessante investigar se o cafeeiro (*Coffea arabica*) é também hospedeira desta bactéria, indicando que o processo de co-evolução deste patossistema é anterior a divergência destas duas famílias botânicas. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar preliminarmente a suscetibilidade do cafeeiro à infecção com *R. solanacearum* e analisar essa reação em função da potencial ameaça que a murcha-bacteriana pode representar para a cafeicultura brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

Mudas de cafeeiro ‘Catucaí’, ‘Catuaí Amarelo’ e ‘Catuaí Vermelho’ foram inoculadas no estádio cotiledonar (orelha-de-onça) mergulhando-se suas raízes, podadas com tesoura no seu terço inferior, por 1 minuto em suspensão bacteriana contendo aproximadamente 10^8 ufc/mL, colônias de 48 horas crescidas a 28°C em meio Kelman (1964). A seguir, as mudas inoculadas foram transplantadas individualmente para vasos de 3L contendo solo autoclavado. A inoculação foi feita com nove isolados de *R. solanacearum*, de diferentes procedências e hospedeiras. Concomitantemente, foram inoculadas de forma similar mudas de tomateiro ‘San Vito’, suscetível à murcha-bacteriana, no estádio de dois pares de folhas definitivas. Para cada isolado bacteriano, foram usadas cinco plantas de cada cultivar de cafeeiro e 15 plantas de tomateiro. As plantas inoculadas foram mantidas em casa de vegetação (20°C-40°C)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de 15 dias após a inoculação, as mudas de cafeeiro inoculadas com os isolados ‘CNPH 322’, ‘CNPH 350’ e ‘CNPH 376’, originados de solanáceas de Tocantins, apresentavam dois tipos de sintomas: (1) murcha e seca de uma ou ambas folhas cotiledonares, com morte das plantas no segundo caso; (2) epinastia, perda de turgidez, com perda de brilho na superfície superior da folha (**Figura 1**) e necrose parcial do limbo foliar, similar ao sintoma de déficit hídrico (**Figura 2**), e (3) redução de crescimento sem murcha aparente. Caules seccionados de plantas de cafeeiro com sintomas acima descritos exsudaram pus bacteriano em abundância quando submetidas ao teste do copo (**Figura 3**), comprovando a infecção e colonização dos tecidos vasculares das plantas de café, caracterizando assim o estabelecimento da interação compatível entre patógeno e hospedeira, resultando em doença. Do pus bacteriano exsudado, colônias típicas de *R. solanacearum* foram obtidas em meio Kelman (1953), com posterior identificação da espécie e confirmação da patogenidade em mudas de tomateiro.

Os outros isolados não foram virulentos ao cafeeiro, embora tenham induzido murcha em tomateiro, em especial os isolados ‘CNPH 221’, ‘CNPH 217’ e ‘CNPH 329’, indicando especificidade patogênica dos isolados (**Figura 4**), já observada por outros autores Fegan et al., 2005).

Embora plantas de ‘Catucaí’ apresentassem sintomas mais visíveis e em menor tempo quando comparadas com plantas de ‘Catuaí Amarelo’ e ‘Catuaí Vermelho’, o número insuficiente de plantas inoculadas não permitiu detectar diferença significativa de resistência entre elas.

A agressividade dos isolados de *R. solanacearum* em tomateiro foi bem maior que aquela observada em mudas de cafeeiro, demonstrada pelo aparecimento dos sintomas apenas cinco dias após a inoculação, em comparação com 15 dias em cafeeiro.

A constatação *C. arabica* como hospedeiro de isolados de *R. solanacearum* representa uma preocupação adicional à indústria cafeeira no Brasil, em especial em novas áreas de plantio sujeitas a temperaturas altas, que favorecem a instalação e o desenvolvimento da murcha-bacteriana. Além disso, o cafeeiro, até então considerada planta não hospedeira de *R. solanacearum*, era uma opção para a rotação de culturas como banana e solanáceas; entretanto, como tal, ao ser cultivado em áreas infestadas, pode desenvolver a doença e assim proporcionar a seleção de estirpes mais adaptadas à sua própria infecção.

Embora possa parecer paradoxal, o fato de o cafeeiro não ser tão boa hospedeira como tomate, batata e banana, pode ser um fator crucial para favorecer a disseminação do patógeno sob a forma de infecção latente. Identificação de plantas doentes com sintomas sutis, como necrose foliar e redução de crescimento que podem ser atribuídas a várias causas, requer atenção. Portanto, plantas com sintomas de estresse hídrico em condição de calor e alta umidade do solo, mesmo que seja um aparente simples sintoma de nanismo, devem ser analisadas para a presença de murcha-bacteriana, quando pode ser usado o teste do copo (**Figura 3**). Da mesma forma, mudas com infecção latente ou quiescente, ou seja, doentes, porém assintomáticas, podem ser eficazes veículos de células bacterianas de um local para outro. De fato, esse fenômeno aconteceu com eucalipto, outra hospedeira não convencional de *R. solanacearum*, quando foi constatada contaminação de viveiros com mudas preparadas a partir de mini-estacas retiradas de plantas contaminadas aparentemente sadias (Alfenas et al, 2006). Viveiros podem ser também infestados pelo solo ou água contaminada.



Figura 1. Murcho e perda de brilho em muda de café infectada com *Ralstonia solanacearum*



Figura 2. Epinastia e seca de folhas em muda de café infectada com *Ralstonia solanacearum* (à direita)



Figura 3. Exsudação de pus bacteriano em caule de café infectado com *Ralstonia solanacearum*

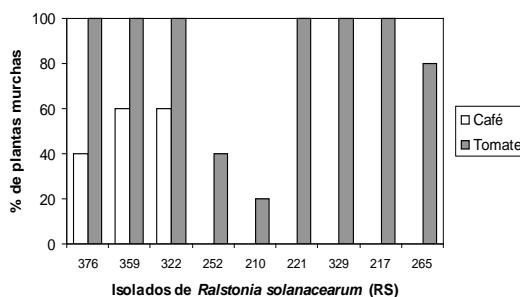


Figura 4. Reação de café e tomateiro à infecção por *Ralstonia solanacearum*

Por outro lado, a resposta de “tolerância” do café a alguns isolados de *R. solanacearum* pode indicar que esta espécie possui em seu genoma gene(s) de resistência a este patógeno que podem ser de interesse mobilizá-los (via estratégias de transgenia) para outras hospedeiras suscetíveis. Para tal, estudos de genética, mapeamento e expressão gênica podem ser conduzidos uma vez que a ciência genômica do café avançou muito nos últimos anos, tendo catalogado uma base de dados EST de cerca de 33000 genes (Vieira et al., 2006).

Finalmente, é importante lembrar que o propalado aquecimento global torna as regiões tradicionais de cultivo mais vulneráveis ao ataque de patógenos adaptados ao clima tropical. Dentre eles, certamente destaca-se *R. solanacearum*, cuja temperatura ideal de multiplicação situa-se entre 27°C e 35°C (Hayward, 1991), faixa de temperatura que, por motivos da fisiologia de florescimento e frutificação, é limitante à produção de café. Neste sentido, encontra-se em andamento a avaliação da reação de cultivares de *C. arabica* e *C. canephora*, esta a espécie mais adaptada a altas temperaturas, a um grupo de isolados de *R. solanacearum*. Somente o tempo dirá se a murcho-bacteriana se constituirá numa doença importante do café. A médio e longo prazos, quando se considera o melhoramento do café visando resistência a altas temperaturas para fazer frente ao aquecimento global, é recomendável se atentar para resistência também às doenças causadas por patógenos adaptados a essas temperaturas.

CONCLUSÕES

- O café (*Coffea arabica*), quando artificialmente inoculado em casa de vegetação, mostrou ser hospedeiro de *Ralstonia solanacearum*;
- De nove isolados de *R. solanacearum* inoculados, apenas três provocaram sintomas em mudas de café e todos foram virulentos ao tomateiro, indicando diferenças patogênicas entre os isolados;
- O aparecimento de sintomas foi bem mais lento e mais sutil (nanismo e seca de folhas) em café do que em tomateiro, que é um hospedeiro tradicional de *R. solanacearum*, onde ocorre murcho rápida;

- A ausência de sintomas típicos de murcha em cafeeiro pode fazer com que o nanismo e a seca de folhas seja atribuído somente a outras causas patológicas e fisiológicas, com exclusão da possibilidade de sua associação com *R. solanacearum*;
- Regiões de climas frios possivelmente escapem da infecção e/ou desenvolvimento da murcha-bacteriana em graus preocupantes. Entretanto, plantios em regiões sujeitas a altas temperaturas podem desenvolver epidemias de murcha-bacteriana;
- Migração do plantio de cafezais rumo à Região Norte do País e o aquecimento global levam à reflexão sobre uma provável nova ameaça à cafeicultura nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIBA, F.; KIMURA, O.; PIMENTEL, J.P.; RIBEIRO, R.L.D.; ROBBES, C.F. “Murcha Bacteriana” do feijão-vagem: doença nova para o Brasil. **Fitopatol. Bras.** v.5, p.379. 1980 (Resumo).
- ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G.; SARTÓRIO, R.C.; BINOTI, D.H.B.; SILVA, R.R.; LAU, D.; VANETTI, C.A. *Ralstonia solanacearum* em viveiros clonais de eucalipto no Brasil. **Fitopatol. Bras.** v.31, p.357-366. 2006.
- BUDDENHAGEN, I.; SEQUEIRA, L. KELMAN, A. Designation of races of *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology** v.52, p.726. 1962. (Resumo).
- CARVALHO, V.L. DE; CHALFOUN, S.M. Doenças do cafeeiro: diagnose e controle. **Boletim Técnico 58**, EPAMIG, Belo Horizonte 44p. 2000.
- CHASE, M.W., SOLTIS, D.E. *et al.* Phylogenetics of seed plants - an analysis of nucleotide-sequences from the plastid gene *rbcl*. **Ann. Missouri Bot. Gard.** v.80, p.528-580. 1993.
- Embrapa Café. http://www22.sede.embrapa.br/cafe/consorcio/home_4.htm (Consultado em 12/03/2009)
- DRISTIG, M.C.G.; DIANESE, J.C.; TAKATSU, A. Characterization of *Pseudomonas solanacearum* isolated from eucalyptus. **Fitopatol. Bras.** v.13, p.106. 1988 (Resumo).
- FEGAN, M.; PRIOR, P. How Complex is the “*Ralstonia solanacearum* Species complex”? In: ALLEN, C.; PRIOR, P. & HAYWARD, A.C. (Eds.) **Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species complex**. APS Press. St. Paul, MN. 2005. p. 449-461.
- GHINI, R.; HAMADA, E. (Eds.) **Mudanças Climáticas**. Embrapa Informações Tecnológicas. Brasília, DF, 2008. 332 p. 2008.
- GONZALEZ, CF; VENTURI, V.; ENGLEDDOW, AS. The phytopathogenic *Burkholderia* In: Coenye T & Vandamme P. *Burkholderia: Molecular Microbiology and Genomics*. Horizon Scientific Press, Wymondham, Norfolk, UK. 303 pp, 2007.
- HAYWARD, A. C. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annu. Rev. Phytopathol.**, v. 29, p.65-87. 1991.
- HAYWARD, A.C. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In: HAYWARD, A.C. & HARTMAN, G.L. (Eds.) **Bacterial wilt: The Disease and its Causative Agent, *Pseudomonas solanacearum***. Wallingford: CAB International/AVRDC, 1994. p.9-24. (Proceedings, 45).
- KELMAN, A. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance on a tetrazolium medium. **Phytopathology** v.44, p.693-695,1954.
- LIN, C.; MUELLER, L.A.; MC CARTHY, J.; CROUZILLAT, D.; PÉTIARD, V. ; TANKSLEY, S.D. Coffee and tomato share common gene repertoires as revealed by deep sequencing of seed and cherry transcripts. **Theor. Appl. Genet.** v.112, p.114-130. 2005.
- LOPES, C.A.; QUEZADO-DUVAL, A.M. Doenças bacterianas. In: Lopes, C.A.; Ávila, A.C. (Orgs.). **Doenças do tomateiro**. Brasília, Embrapa Hortaliças, p.55-73. 2005.
- LOPES, C.A.; POLTRONIERI, L.S.; ALBUQUERQUE, F.C.; TRINDADE, D. A murcha bacteriana em pimenta longa. **Hort. Bras.**, resumo nº 140, 1997.
- LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M.; MELO, P.E. Differential resistance of tomato cultigens to biovars I and III of *Pseudomonas solanacearum*. **Plant Dis.** v.78, p.1091-1094. 1994.
- LOPES, C.A.; POLTRONIERI, L.S.; QUEZADO-SOARES, A.M.; TRINDADE, D.R. AND ALBUQUERQUE, F.C. 1999. Maracujazeiro, mais um hospedeiro de *Ralstonia solanacearum*. **Summa Phytopathologica** v.25, p.26 (Resumo).
- MALAVOLTA JR., V.A.; BERIAM, L.O.S.; ALMEIDA, I.M.G.; RODRIGUES NETO, J.; ROBBES, C.F. **Bactérias fitopatogênicas assinaladas no Brasil: uma atualização**. Summa Phytopathologica v.34. Suplemento Especial. 88 p. 2008.
- NUNES, A.M.L.; SOUZA, F.F.; COSTA, J.N.M.; SANTOS, J.C.F.; PEQUENO, P.L.L.; COSTA, R.S.C.; VENEZIANO, W. **Cultivo do Café Robusta em Rondônia**. Sistemas de Produção 5. Embrapa Rondônia. Versão Eletrônica. Dez. 2005. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>
- PARENTE, P.M.G.; TAKATSU, A.; LOPES, C.A. Ocorrência de *Pseudomonas solanacearum* em pepino. **Hort. bras.** v.6 p.26-27. 1988.
- RICCI, M.S.; NEVES, M.C.P. **Cultivo do café orgânico**. Sistemas de Produção 2. Embrapa Agrobiologia. Versão Eletrônica Jan. 2006. <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/cafe/clima.htm>

SINIGAGLIA, C.; LOPES, M.E.B.M.; ALMEIDA, I.M.G.; RODRIGUES NETO, J. Bacterial wilt of summer squash (*Cucurbita pepo*) caused by *Ralstonia solanacearum* in the State of São Paulo, Brazil. **Summa Phytopathol.** v.27, p.251-253. 2001.

VIEIRA, L. G. E. et al. Brazilian coffee genome project: an EST-based genomic resource. **Braz. J. Plant Physiol.** v.18, p. 95-108, 2006.