

USO DE BIOPESTICIDAS NO CONTROLE DO CANCRO BACTERIANO EM TOMATEIRO

Felipe Franco de Oliveira¹, Vanessa Takeshita¹, Felipe Augusto Prediger Witt¹, Luiz Fernando Caldeira Ribeiro²

¹ Acadêmicos do Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso. Alta Floresta - MT

² Professor Doutor do Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso (luizribeiro@unemat.br). Alta Floresta - MT

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

O tomateiro tem apresentado grande importância econômica e nutricional para a olericultura brasileira, no entanto, apresenta perdas severas devido à ocorrência de doenças. O objetivo do trabalho foi a avaliação da eficiência *in vitro* e *in vivo* de extratos naturais associado ao controle genético sobre a bactéria causadora do cancro bacteriano. Extratos foram obtidos de bulbilhos de alho e cebola, folhas de hortelã, óleo de copaíba, tetraciclina e frutos de pimenta. Nos testes *in vitro* foi utilizado o método de incorporação de extratos vegetais ao meio de cultura líquido. Para o teste *in vivo* os produtos foram pulverizados preventivamente em mudas de tomateiro Gaúcho Melhorado, Cereja, Santa Clara I-5300, Rotam 4, Santa Cruz Kada (Gigante) e Santa Adélia, inoculadas e avaliadas através de escala descritiva convertida em índice de murcha bacteriana. O delineamento experimental *in vitro* e *in vivo* foram o inteiramente casualizado. No teste em laboratório, os extratos aquosos de tetraciclina, cebola e pimenta inibiram significativamente nas concentrações testadas. No campo, os genótipos Gaúcho Melhorado, Ratam-4 e Santa Clara I-5300 pulverizado com o controle químico e extratos de copaíba, cebola e pimenta com concentração superior a 5000 ppm apresentaram o menor índice de murcha, diferindo estatisticamente da Santa Cruz Kada (Gigante) que apresentou maior índice.

PALAVRAS-CHAVE: *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*, controle químico, Extratos Naturais, Pimenta.

BIOPESTICIDES USE IN THE CONTROL OF BACTERIAL CANCER OF TOMATO

ABSTRACT

The tomato has made great economic and nutritional importance to the Brazilian horticulture, however, has severe losses due to the occurrence of diseases. The objective was to evaluate the *in vitro* efficiency and live in natural extracts associated with the genetic control of the bacterium that causes bacterial canker. Extracts were obtained from garlic and onion cloves, mint leaves, copaiba oil, tetracycline and pepper fruits. In *in vitro* tests we used the method of incorporation of plant extracts to

liquid culture medium. For the in vivo test the products were sprayed preventively in tomato seedlings Gaucho Improved, Cherry, Santa Clara I-5300, Rotam 4, Santa Cruz Kada (Gigante) and Santa Adélia, inoculated and evaluated using converted descriptive scale bacterial wilt index. The in vitro and in vivo experimental design was completely randomized. In laboratory testing, the aqueous extracts of tetracycline, onion and pepper significantly inhibited at the concentrations tested. In the field, the Gaucho Improved genotypes, rattan and Santa Clara I-5300 sprayed with chemical control and copaiba extracts, onion and pepper with concentration greater than 10,000 ppm showed the lowest wilting index, differing from the Santa Cruz Kada (Gigante) of highest index.

KEYWORDS: *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*, Natural Extracts, pepper, Chemical control.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) esta entre as hortaliças de maior importância no mundo, por fazer parte da dieta básica da maioria das populações (FERRARI et al., 2008). O tomate é a segunda hortaliça mais importante do Brasil, perdendo apenas para a batata, contudo sua condução é difícil, por ser muito suscetível a pragas e doenças e exigir vários tratos culturais, causando assim um risco econômico elevado, sendo que o uso de produtos químicos torna-se massivo. (LUZ et al., 2007). Os frutos de tomate do grupo cereja são muitos utilizados na ornamentação de pratos e apreciados, pelo excelente sabor e atrativa coloração vermelha, por causa do elevado teor de licopeno (SILVA et al., 2011). Hoje já existe uma crescente demanda por estes frutos devido a grande aceitação pelos consumidores e um crescente interesse por parte dos agricultores devido aos valores compensadores de mercado (TRANI et al., 2003).

No Brasil, está entre as 20 'commodities' agrícolas mais importantes, tendo ficado em oitavo lugar no ranking de produção de tomate em 2011, segundo os dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* - FAO (2011). O estado de Mato Grosso, segundo dados do IBGE (2010) apresentou um montante de 511 estabelecimentos voltados para a produção de tomate e uma produção de 3.485 toneladas, obtendo-se um rendimento de 6.22 toneladas por estabelecimento, sendo que o estado ocupa o 19º lugar na produção nacional, posição essa de pouca importância para um estado que é líder na produção de soja, milho e algodão. No entanto, na região da Amazônia meridional, com uma preocupação constante com o meio ambiente e com base na agricultura familiar, a olericultura e consequentemente a tomaticultura são de suma importância.

Outro problema na cultura do tomateiro é o elevado custo da lavoura conduzida no sistema agrícola convencional (SILVA et al., 2011). A adição contínua de produtos químicos como fertilizantes e pesticidas, embora haja um aumento global na produção de alimentos, tem prejudicado o sistema ecológico de terras agrícolas, obtenção de produtos de baixa qualidade e sabor e tem aumentado os riscos ambientais e a saúde humana (TILMAN et al., 2001).

No estado do Mato Grosso, encontram-se os três ecossistemas bem definidos (Pantanal, o Amazônico e o Cerrado), a doença pode se constituir em um fator limitante para o cultivo, principalmente de olerícolas, especialmente o tomateiro, que é cultivado em todos os ecossistemas. Cultivando tomateiros susceptíveis, os agricultores dessa região expõem-se a prejuízos que podem ser totais em condições

de alta infestação do solo, para isso, o controle envolve necessariamente o uso de cultivares resistentes (AYANA et al., 2010). Segundo VENTUROSU et al. (2010) o controle das doenças na agricultura tem se intensificado, sendo realizado basicamente através do emprego de produtos sintéticos, apresentando elevados custos e riscos ambientais (desequilíbrio ecológico) e toxicológicos (elevada concentração nos alimentos). Estes produtos em curto prazo auxiliam de maneira eficaz o agricultor no alcance de altas produtividades, no entanto, em longo prazo, além do surgimento de isolados dos fitopatógenos resistentes às substâncias químicas utilizadas, os resultados para a sociedade como um todo e para o meio ambiente podem se tornar negativos devido à poluição causada pelos resíduos (SCHWAN-ESTRADA et al., 2004; LUZ et al., 2007).

O cancro bacteriano é uma doença que está amplamente distribuída pelo mundo, nos EUA, onde foi primeiramente descrita, no Canadá, Europa, Austrália, Nova Zelândia, África, China e América do Sul (RODRÍGUEZ et al., 1997). Segundo FILGUEIRA (2003) o cancro causado pela bactéria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) é a principal bacteriose do tomateiro. No Brasil, a doença é mais importante em tomateiro estaqueado, em que há a necessidade de práticas como desbrotamento e tutoramento das plantas, pois em cultivo de tomateiro industrial, no qual não são adotadas estas práticas a incidência da doença é baixa (KUROZAWA & PAVAN, 2005). O sucesso do controle do cancro bacteriano do tomateiro está fundamentado na adoção de um conjunto de medidas de caráter preventivo, uma vez que não existe um produto químico que controle eficientemente a doença, depois que esta se instalou na lavoura (KRONKA, 2004).

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* sin. *Lycopersicon esculentum*) é hospedeiro natural de *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* (Cmm), mas outros hospedeiros suscetíveis podem ser inoculados artificialmente, incluindo a pimenta malagueta e pimenta tabasco (*Capsicum frutescens* L.), pimenta (*C. pubescens*), fumo (*Nicotiana glutinosa* L.), fisália (*Physalis pruinosa* L.), *Solanum douglasii*, batata (*S. capsicibaccatum*), diferentes espécies de tomate (*Lycopersicon glandulosum* Muller, *L. peruvianum* Mill., *L. hirsutum*, *L. cheesmanii*), berinjela (*S. melongena* L.), dentre outros (LELIS et al., 2013). Segundo esse autor, os hospedeiros alternativos são considerados um problema, pois mesmo que não sejam de importância econômica, servirão como reservatório e ambiente de multiplicação.

É extremamente importante que as variedades de tomateiro melhoradas geneticamente para o cultivo no trópico úmido brasileiro expressem o caráter de resistência à doença (PENA et al., 2010) por ser medida menos dispendiosa, visto que o tratamento químico, além de agredir o meio ambiente, não tem mostrado efeito satisfatório (BARRETI et al., 2010; HUANG & LAKSHMAN, 2010). Também ainda não existe uma cultivar comercial resistente a Cmm e dessa maneira, a principal forma de controle do cancro bacteriano é a prevenção, principalmente por meio do uso de sementes e mudas livres do patógeno (LELIS et al., 2013).

Os métodos físicos e biológicos constituem-se em alternativas viáveis e desejáveis em relação ao químico tradicional, principalmente em função de não deixarem resíduos tóxicos nos frutos tratados, aparecendo como mais uma opção ao uso dos fungicidas sintéticos, em termos de eficiência de controle (WILSON & WISNIEWSKI, 1994). Segundo CANTARELLI et al. (2005) é possível obter novas formas de produtos com ação erradicante a pragas partindo da extração de compostos originados de metabólitos secundários presentes em algumas plantas.

Do ponto de vista fitossanitário, os extratos de plantas podem apresentar três atividades principais: antimicrobiana direta, indução de resistência e estímulo do crescimento de plantas (TALAMINI & STADINIK, 2004). A ação dos fungicidas naturais é ainda influenciada pela termoestabilidade dos compostos presentes nas plantas, que é diretamente dependente da espécie (BALBI-PENA et al., 2006). Ao se considerar a necessidade de desenvolver novas alternativas de controle como parte do manejo integrado que venham a minimizar o impacto ao ambiente e ao homem, a resistência induzida pode ser usada, uma vez que pode ser obtida pela utilização de produtos naturais de origem fúngica ou vegetal (PEREIRA et al., 2008).

Pesquisas desenvolvidas com extrato bruto ou óleos essencial, obtidos de plantas medicinais, têm indicado o potencial das mesmas no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta quanto por alterações fisiológicas na planta, como indução de enzimas relacionadas à patogênese e fitolexinas, lignificação da folha, entre outras (SCHWAN-ESTRADA et al., 2004). Vários são os exemplos de controle de doenças de etiologia bacteriana em plantas com extrato vegetais, podendo-se citar o controle da mancha bacteriana do maracujazeiro (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) utilizando extrato de folhas de *Artocarpus heterophyllus* (ISHIDA et al, 2013), pimenta e alho (RIBEIRO & SILVA, 2013); controle da Mancha angular na abobrinha “menina brasileira” (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*) com extrato de cebola e alho (FELITO et al., 2013); da murcha do eucalipto (*Ralstonia solanacearum*) por extrato de óleo de copaíba e a pimenta malagueta (TAVANTI et al., 2013) e das bactérias do gênero *Xanthomonas campestris* pv. *campestres* e *Xanthomonas campestris* pv. *vitícola* usando extratos de *Eugenia brejoensis* (SILVA et al, 2013) e a recomendação do extrato de alho em altas concentrações para o controle das bactérias *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* e *Ralstonia solanacearum* (MARTINS et al., 2013).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência *in vitro* e *in vivo* de extratos aquosos de copaíba, alho, gengibre, cebola e pimenta no desenvolvimento do cancro bacteriano em conjunto com a resistência genética de cultivares comerciais de tomate inoculadas com a *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* e manejadas sob condição de cultivo protegido no município de Alta Floresta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Campo Experimental I e no Laboratório de Fitopatologia (LabFit) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Alta Floresta, no período de fevereiro de 2012 a julho de 2014.

Isolamento do patógeno

A bactéria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* foi isolada consistentemente a partir de plantas de tomate, provenientes do município de Alta Floresta - MT, apresentando sintomas típicos de cancro e murcha bacteriana. A presença da bactéria foi confirmada por meio da avaliação macroscópica e microscópica, de testes bioquímicos e através da realização do postulado de Koch.

Para a obtenção do inoculo a partir de colônia pura, o isolado bacteriano foi repicado para placas de Petri contendo meio Nutriente Ágar (NA) e incubado à temperatura de 28°C por 48 horas. Após o desenvolvimento das colônias, foram

preparadas suspensões bacterianas em água destilada, ajustando-se a concentração para 3×10^8 ufc mL⁻¹ em espectrofotômetro (61% de transmitância a um comprimento de onda de 580 nm). Posteriormente, as suspensões foram diluídas de modo a conter as concentrações de inóculo estabelecidas em cada ensaio. A curva de crescimento bacteriano foi obtida pelo método de determinação da concentração do inóculo pela contagem em placas de Petri (MARIANO & ASSIS, 2000). Foram ajustadas suspensões bacterianas (em solução salina de NaCl a 0,81%) para obter leituras de absorvância a 580 nm de 2,4; 2,0; 1,6; 1,2; 0,8 e 0,4. Para as absorvâncias 2,4; 2,0 e 1,6 foram realizadas diluições de até 10^8 e, para as demais absorvâncias diluições de até 10^7 , tendo sido plaqueados 100 mL das três últimas diluições em meio 523 sólido. O cálculo da concentração da suspensão foi efetuado com base no número de unidades formadoras de colônia (UFC).

Obtenção de extratos vegetais

Para a obtenção dos extratos vegetais, foram utilizadas folhas de hortelã (*Mentha spicata*), bulbilhos de alho (*Allium sativum* L), bulbos de cebola (*Allium cepa* L.), caules de gengibre (*Zingiber officinale*), frutos de pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum*) e óleo de copaíba (*Copaifera landesdorffii*). Para extração, foram pesados 5,0 gramas de material vegetal, o qual foi triturado em 50 mL de água destilada esterilizada, durante 10 minutos, em um processador. A seguir o material foi filtrado em papel de filtro (Whatman nº1) e, posteriormente, em membrana filtrante de porosidade de 0,45mm. Os extratos aquosos foram utilizados imediatamente após sua obtenção. Não foi realizada a autoclavagem dos extratos avaliados.

Instalação do ensaio

Na instalação do ensaio *in vitro*, os diferentes extratos, individualmente, foram adicionados ao meio de 523 de Kado e Heskett esterilizado, de modo a se obter concentrações de 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 e 10000 ppm, onde cada concentração representou um tratamento. O tratamento positivo, representado pelo controle químico com tetraciclina utilizou as mesmas concentrações. Tubos de ensaio contendo somente meio de cultura líquido de 523 de Kado e Heslet serviram como testemunhas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) com oito tratamentos e com cinco repetições. A bactéria foi repicada pipetando-se uma alíquota de 0,1 mL de suspensão contendo 10^8 UFC mL⁻¹, sendo então incubada a 25°C, por 96 h, sob agitação. A avaliação do número de bactérias foi realizada através da leitura de uma suspensão bacteriana (em solução salina de NaCl a 0,81%) em espectrofotômetro com comprimento de onda de 580 nm. A instalação do ensaio *in vivo*, os genótipos utilizados foram Gaúcho Melhorado, Cereja, Santa Adélia, Santa Clara I-5300, Rotam-4 e Santa Cruz Kada. As temperaturas médias observadas foram a máxima de 48,18°C e a mínima de 21,95°C e a umidade relativa foi de máxima 87,90% e mínima de 21,7%. Buscando-se uma uniformidade das plantas hospedeiras sementes de tomate, de cada genótipo utilizado, foram semeadas em bandejas de poliestireno de 128 células, contendo substrato agrícola Plantmax (Eucatex). Após 15 dias de emergência as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 0,5 L, contendo substrato esterilizado composto de solo, esterco de curral e areia, na proporção de 1:1:1, deixando-se três mudas por vaso. As plantas permaneceram em telado até o término dos experimentos.

A aplicação dos tratamentos biocidas, na mesma proporção do teste *in vitro*, iniciou-se aos 10, 20 e 30 dias após transplante (DAT) através de pulverização utilizando-se bico cônico em pulverizador costal com capacidade de 20 L. Antes da inoculação do patógeno, as plantas foram mantidas em câmara úmida por 24 horas. A inoculação foi efetuada através de pulverização de suspensão bacteriana voltada para a face inferior das folhas, até o ponto de escorrimento. Após a inoculação, as plantas permaneceram em câmara úmida por 24 horas. A inoculação foi feita pelo Método de Aspersão da suspensão bacteriana na concentração de aproximadamente 1×10^8 UFC ml⁻¹, nas mudas de tomate (estádio de cinco folhas) (KRONKA, 2004). As plantas avaliadas foram inoculadas com 20 dias após a emergência.

Avaliação do experimento

Para o ensaio *in vitro* os resultados tiveram análise de variância realizada com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.0 (FERREIRA, 2008) e comparação de médias pelo teste Scott-Knott a 1% de probabilidade.

As avaliações dos ensaios *in vivo* foram feitas através do levantamento do número de plantas murchas ou mortas, através de leitura diárias com uma escala de NIELSEN & HAYNES JUNIOR (1960) com notas variando de 1 a 5, com as seguintes correspondências: 1 – ausências de sintomas; 2- planta com 1/3 das folha murcha; 3 – planta com 2/3 das folhas murchas; 4 – planta totalmente murchas; 5 - planta morta. As leituras obtidas foram transformadas em índice de murcha bacteriana através da equação: $IMB = \sum (C \times P/N)$, onde, IMB – índice de murcha bacteriana; C – nota atribuída a cada classe de sintomas; P – número de planta em cada classe de sintoma; N – número total de plantas inoculadas. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e seis repetições, sendo a parcela experimental constituída por 6 vasos, com três plantas por vaso. Análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 1% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR versão 5.0 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para os testes *in vitro* todos os extratos testados demonstraram propriedades bactericidas em concentrações acima de 5000 ppm, não diferindo estatisticamente do controle com tetraciclina. No teste em laboratório os extratos de tetraciclina e pimenta inibiram significativamente a reprodução bacteriana em todas as concentrações testadas (Tabela 1). Na análise estatística envolvendo as concentrações testadas obteve-se 100% de eficiência dos extratos testados, demonstrando propriedades antibacterianas quando comparado com a testemunha (0 ppm de biocida). Para a concentração 500 ppm, somente o extrato de pimenta diferiu dos demais extratos, apresentando uma eficiência de controle melhor. Para a concentração de 1000 ppm de biocida, os extratos de gengibre, copaíba e alho diferiram estatisticamente dos demais extratos. Os extratos aquosos de gengibre e alho na concentração de 2000 ppm não foram eficientes quando comparados aos demais extratos. Para as concentrações de 5000 e 10000 ppm, todos os extratos apresentaram eficiência e não diferiram estatisticamente entre si, ou seja, o controle químico e os demais extratos testados, apresentando um eficiência significativa no controle da bactéria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* em testes *in vitro*.

TABELA 1. Efeitos dos extratos vegetais incorporados em diversas concentrações em meio de cultura inoculado com *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* e avaliado através das unidades formadoras de colônia ($\times 10^8$) com 96 horas de incubação dia de idade.

Extratos	Concentração (ppm)					Testemunha	C.V.
	500	1000	2000	5000	10000		
Químico	11,0 aC	9,0 aB	9,0 aB	4,0aA	2,0 aA	46,0 aD	3,29
Copaíba	21,0 bC	18,0 bC	7,0 aB	7,0bB	4,0 aA	44,0 aD	4,58
Gengibre	21,0 bC	27,0 dD	24,0 dC	13,0cB	5,0 aA	45,0 aE	3,89
Alho	25,0 cB	22,0 cB	20,0 cB	3,0aA	3,0 aA	46,0 aC	4,18
Cebola	19,0 bD	16,0 bC	12,0 bB	3,0aA	3,0 aA	43,0 aE	5,28
Pimenta	9,0 aB	8,0 aB	8,0 aB	4,0aA	4,0 aA	42,0 aC	4,32
C.V.	2,89	3,04	3,85	5,15	5,45	4,18	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott Knott com 5% de probabilidade.

Em trabalhos realizados por RIBEIRO et al. (2009) obteve-se a mesma eficiência dos extratos de pimenta, alho e cebola no controle de murcha bacteriana, no entanto, os autores conseguiram a mesma eficiência com uma concentração de biocidas maior.

Na literatura há vários trabalhos que comprovam os efeitos antibacterianos de extratos vegetais, principalmente do alho. Neste trabalho é reforçada esta sua propriedade, juntamente com a demonstração da atividade de outros extratos como o de cebola, pimenta e copaíba. TAVANTI et al. (2013) avaliando extratos aquosos no controle da bactéria *Ralstonia solanacearum*, com extratos de alho, cebola, hortelã e pimenta inoculados *in vitro*, os autores determinaram que todos os tratamentos nas concentrações acima de 50% apresentaram o melhor resultado, sendo que o extrato de alho nas concentrações de 20 e 50% apresentou o melhor efeito bacteriostático para o crescimento da colônia.

A porcentagem de inibição do crescimento bacteriano em função das concentrações dos extratos naturais foi mais bem ajustada ao modelo logarítmico, sendo apresentados as fórmulas de regressão e o R-quadrado na Figura 1.

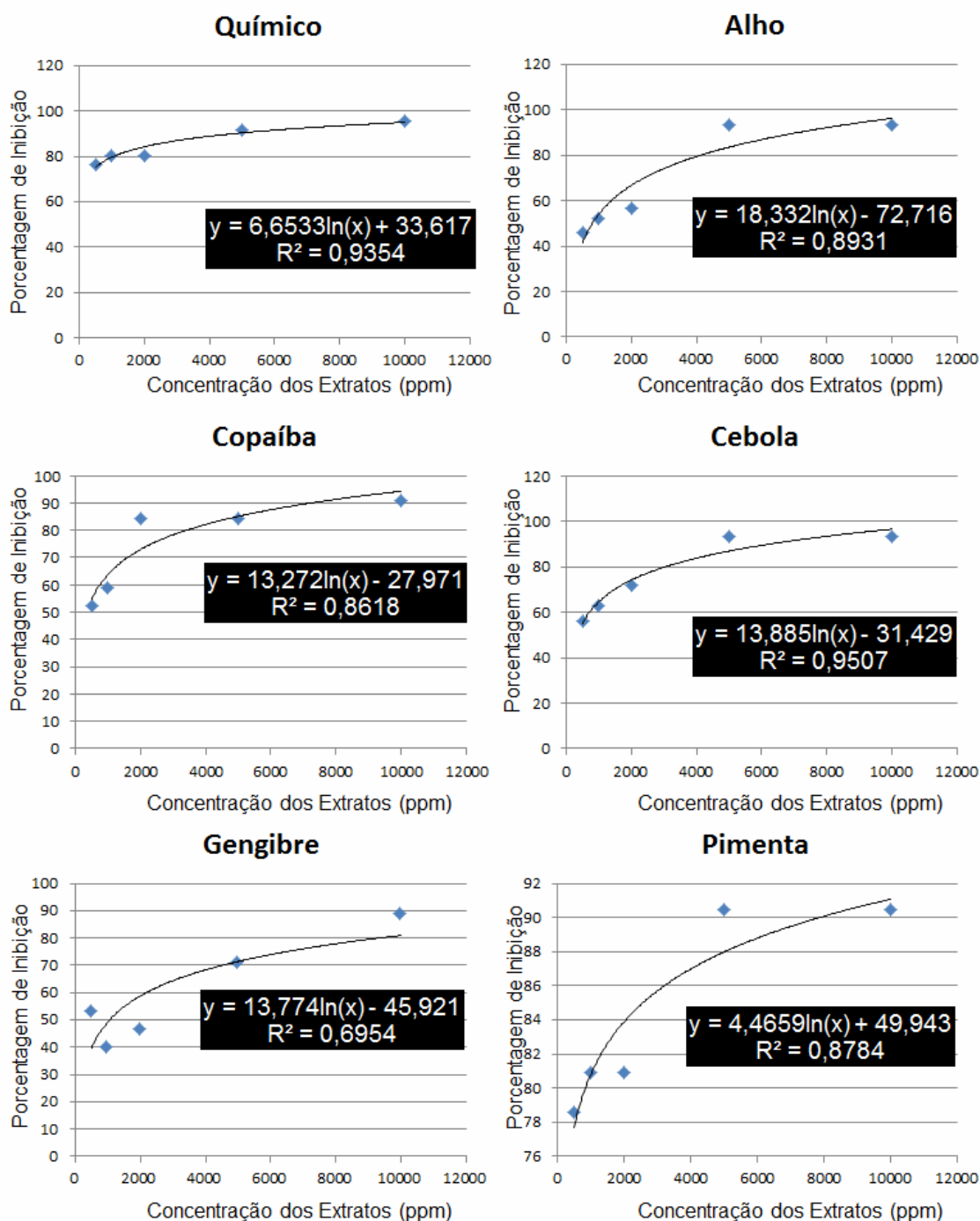


FIGURA 1. Efeito das concentrações de biocidas em porcentagem sobre a unidade formadora de colônia (U.F.C.) da fitobactéria *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*.

Em condições de campo, nos ensaios *in vivo*, dos tratamentos utilizados os que apresentaram diferença significativa no controle médio para as cultivares Gaúcho Melhorado e Ratam-4 foram os extratos de copaíba, alho, cebola e pimenta. Para a Santa Adélia os extratos de copaíba, cebola e pimenta apresentaram resultados significativos. Nenhum extrato apresentou afeito no controle da *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* para a cultivar Santa Cruz Kada (Gigante) Para as demais cultivares testadas somente o extrato aquoso de cebola

teve resultado satisfatório no controle da doença na concentração acima de 5000 ppm (Tabela 2).

TABELA 2. Efeitos dos extratos vegetais na concentração de 10000 ppm pulverizados em diversos cultivares de tomate medido através do índice de murcha bacteriana

Cultivares	Copaíba	Alho	Gengibre	Cebola	Pimenta	Químico
Gaúcho Melhorado	1,40a	1,38a	2,03c	1,52a	1,40a	1,31a
Santa Adélia	1,45a	1,80b	3,34f	1,70a	1,54a	1,48a
Cereja	2,34d	2,29d	3,31f	1,66a	1,66a	1,49a
Santa Clara I-5300	1,74b	2,36	3,32f	1,60a	1,76b	1,50a
Rotam 4	1,43a	1,39a	2,19d	1,54a	1,43a	1,43a
Santa Cruz Kada	2,60e	2,54e	3,45f	2,00d	1,90c	1,78b
Gaúcho Melhorado	1,40a	1,38a	2,03c	1,52a	1,40a	1,31a

Médias seguidas de mesma não diferem significativamente entre si pelo teste Scott Knott 1% de probabilidade. C.V.: 5,30

Os resultados expressivos para o extrato aquoso de pimenta, com uma eficiência média de 93% corroboram com os resultados obtidos por FELITO et al. (2013) que para o controle de *R. solanacearum* na cultura do eucalipto, utilizou os extratos de pimenta Bode, Malagueta e Peão e obteve o resultado de atividade antibacteriana para concentrações acima de 2000 ppm, não diferindo estatisticamente do controle com tetraciclina. Os resultados associados ao uso de cebola no controle da murcha bacteriana são os inversos obtidos por RIBEIRO & SILVA (2013) com resultados que demonstraram que o extrato de cebola não teve efeito positivo no controle da bactéria *X. axonopodis* pv. *passiflorae*.

As concentrações de extrato de gengibre não foram suficientes para inibir significativamente o índice de murcha bacteriana, embora na composição química do gengibre, estejam presentes os princípios ativos considerados antimicrobianos como o gingerol e zingibereno (ALBUQUERQUE, 1989).

Determinados extratos de plantas não apresentam ação fungitóxica direta no crescimento micelial, mas podem possuir compostos com características elicitoras (ITAKO et al., 2009; SILVA et al., 2007). Esses compostos ativam os mecanismos de resistências bioquímicos em resposta ao tratamento com agentes bióticos ou abióticos (SCHWAN-ESTRADA et al., 2004). Segundo PEREIRA et al. (2008) diversos trabalhos enfatizam a existência de substâncias bioativas em extratos vegetais, que proporcionam a ativação do sistema de defesa das plantas contra patógenos, tais como: *Phoma* sp. (BARGUIL et al., 2005), *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke (SANTOS et al., 2007) e *Hemileia vastatrix* Berk & Br em cafeeiro (SANTOS et al., 2007), além de *X. campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye em tomateiro (CAVALCANTI et al., 2006). Segundo KUC (2001) indutores de resistência sensu stricto não atuam diretamente sobre o patógeno. Contudo, nos indutores lato sensu podem atuar tanto induzindo resistência como afetando diretamente o patógeno (HOFGAARD et al., 2005).

CAVALCANTI et al. (2006) ao tratar plantas de tomateiro com quitosana obtida de micélio de *Crinipellis perniciosus* (Stahel) Singer (MCp), quatro dias antes da inoculação de *X. campestris* pv. *vesicatoria*, obtiveram redução de 42,3% da mancha-bacteriana em casa de vegetação. A resistência induzida em plantas tratadas com MCp, segundo os autores, pode ser evidenciada pelos altos picos de atividades das enzimas relacionadas com a defesa, tais como peroxidase, polifenoloxidase, quitinase, além de proporcionar maiores concentrações de lignina e

de outros compostos fenólicos. No patossistema cacau X *Verticillium dahliae*, também se observou aumento no acúmulo de lignina (CAVALCANTI et al., 2006).

SILVA et al. (2007) utilizando filtrado de micélio de *Rhizopus* sp. e o extrato aquoso de casca de maracujá seca apresentaram 97,2 e 100% na inibição da germinação, ao passo que o extrato aquoso de casca de maracujá *in natura* apresentou inibição de 86,8%. Os autores determinaram que paralelamente à redução da severidade da murcha-de-verticílio promovida pelo filtrado de micélio de *Rhizopus* sp. houve aumento relativo das atividades das enzimas peroxidase e polifenoloxidase. A atividade de peroxidase tem sido associada a uma variedade de processos relacionados à defesa em plantas, até mesmo reações de hipersensibilidade, lignificação e suberização (SILVA et al., 2007). DI PIERO & PASCHOLATI (2004) observaram picos de atividade de peroxidase aos 9 e 12 DAP, respectivamente, em plantas de pepino tratadas com extratos aquosos de *Lentinula edodes* e desafiadas por *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ellis & Halst.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no teste *in vivo* diferem estatisticamente dos obtidos em laboratório e que para as condições climáticas da Amazônia meridional com base nos valores obtidos do índice de murcha bacteriana e da variável r para as cultivares Gaúcho melhorado, Rotam 4 e Santa Clara serem menores que para as demais, demonstrando que houve menor incidência de plantas doentes nestas cultivares, indicando a eficiência dos tratamentos com biocidas e resistência ao ataque de *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. M. **Plantas medicinais de uso popular**. Brasília: ABEAS/MEC, 1989; 96 p.

AYANA, G.; FININSA, C.; AHMED, S.; WYDRA, K. Effects of soil amendment on bacterial wilt caused by *Ralstonia solanaceum* and tomato yields in Ethiopia. **Journal of Plant Protection Research**, Varsóvia, v. 51, p. 72-76, 2010.

BALBI-PEÑA, M. I.; BECKER, A.; STANGARLIN JR, F. G.; LOPES, M. C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina - I. avaliação *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 310-314, 2006.

BARGUIL, B.M., RESENDE, M.L.V., RESENDE, R.S., BESERRA JÚNIOR, J.E.A.; SALGADO, S.M.L. Effect of extracts from citric biomass, rusted coffee leaves and coffee berry husks on *Phoma costaricensis* of coffee plants. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 535-537, 2005.

BARRETTI, P.B.; SOUZA, R.M.; POZZA, E.A.; RESENDE, M.L.V. Aplicação e doses de acibenzolar-S-metil na proteção contra a murcha bacteriana, população do patógeno e crescimento do tomateiro. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, p. 229-235, 2010.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; OLIVEIRA, L. S.; PERRANDO, E. R. Efeito de diferentes doses do formicida "citromax" no controle de *Acromyrmex lundii*

(Hymenoptera: Formicidae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 249-253, 2005.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; COSTA, J. C. B.; CARVALHO, C. P. S. Atividades de quitinase e beta-1,3-glucanase após eliciação das defesas do tomateiro contra a mancha-bacteriana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1721-1730, 2006.

DI PIERO, R. M.; PASCHOLATI, S. F. Indução de resistência em plantas de pepino contra *Colletotrichum lagenarium* pela aplicação de extratos de basidiocarpos de *Lentinula edodes* e de *Agaricus blazei*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, p. 243-250, 2004.

FELITO, R. A.; MARTINS, V.; MORO, F. A. C.; PANOSSO, A.; TAVANTI, T. R.; RIBEIRO, L. F. C. Controle de *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, agente causal da mancha angular na abobrinha menina brasileira através do uso de extratos de alho e cebola. n: VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 2013, João Pessoa. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais**, 2013.

FERRARI, A. A.; FERNANDES, E. A. N.; TAGLIAFERRO, F. S.; BACCHI, M. A.; MARTINS, T. C. G. Chemical composition of tomato seeds affected by conventional and organic production systems. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Budapeste, v. 278, n. 2, p. 399-402, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Recife, v. 6, p. 36-41, 2008.

FILGUEIRA, A.F.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Preliminary 2011 data now available**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 20 de maio 2015.

HOFGAARD, I.S.; ERGON, A.; WANNER, L.A.; TRONSMO, A.M. The effect of chitosan and Bion on resistance to pink snow mould in perennial ryegrass and winter wheat. **Journal of Phytopathology**, v. 153, p. 108-119, 2005.

HUANG, Q.; LAKSHMAN, D. K. Effect of clove oil on plant pathogenic bacteria and bacterial wilt of tomato and geranium. **Journal of Plant Pathology**, Bari, v. 92, p. 701-707, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de Dados Agregados. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=18>><http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2015.

ISHIDA, A. K. N.; COSTA, R. C.; MIRANDA, V. S.; BONFIM, K.; OLIVEIRA, L. C.; RIBEIRO JUNIOR, P. M. ; RESENDE, M. L. V. Indução de resistência no controle da mancha bacteriana do maracujazeiro. In: VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 2013, João Pessoa. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais**, 2013.

ITAKO A. T.; SCHWAN-ESTRADA K. R. F.; STANGARLIN J. R.; TOLENTINO JUNIOR J. B.; CRUZ M. E. S. Controle de *Cladosporium fulvum* em Tomateiro por Extratos de Plantas Medicinais. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, p. 75-83, 2009.

KRONKA, A. Z. **Cancro bacteriano no tomateiro: metodologia de inoculação, reação de genótipos do hospedeiro e eficiência de químicos sobre o controle**. 2004. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

KÚC, J. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, p. 7-12, 2001.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 607-626.2005.

LELIS, F. M. V.; CZAJKOWSKI, R.; SOUZA, R. M.; RIBEIRO, D. H.; WOLF, J. M. Studies on the colonization of axenically grown tomato plants by a GFP-tagged strain of *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 139, p. 53-66, 2013.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Biociência Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 7-15, 2007.

MARIANO, R. L. R.; ASSIS, S. M. P. Quantificação de inoculo de bactérias fitopatogênicas. In: MARIANO, R.L.R. (Coord.) **Manual de Práticas em Fitobacteriologia**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000. p. 49-52.

MARTINS, V.; FELITO, R. A.; MORO, F. A. C.; PANOSSO, A.; TAVANTI, T. R.; RIBEIRO, L. F. C. Efeito antibiótico do alho sobre bactérias fitopatogênicas. n: VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 2013, João Pessoa. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais**, 2013.

NIELSEN, L. W.; HAYNES JUNIOR, F. L. Resistance in *Solanum tuberosum* to *Pseudomonas solanacearum*. **America Potato Journal**, Nova York, v. 37, n. 8, p: 260-267, 1960

PENA, M. de A.; NODA, H.; MACHADO, F. M.; PAIVA, M. S da S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de tomateiro sob cultivo em solos de terra firme e várzea

da Amazônia infestados por *Ralstonia solanacearum*. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 27-37, 2010.

PEREIRA, R. B.; RESENDE, M. L. V.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; AMARAL, D. R.; LUCAS, G. C.; CAVALCANTI, F. R. Ativação de defesa em cacaueteiro contra a murcha-de-verticílio por extratos naturais e acibenzolar-S-metil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 171-178, 2008.

RIBEIRO, L. F. C.; SILVA, P. R. Estudo da eficiência de extratos naturais no controle de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. In: VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 2013, João Pessoa. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais**, 2013.

RIBEIRO, L. F. C.; HEMKEMEIER, S.; SANTOS, C. S.; MULLER, K. E. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* agente biológico do cancro bacteriano do tomateiro. In: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino-americano de Agroecologia**, 2009, Curitiba - PR. *Revista Brasileira de Agroecologia*. Porto Alegre - RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. v. 4. p. 70-74.

RODRÍGUEZ, R. R.; TABARES RODRÍGUEZ, J. M., SAN JUAN J. A. M. **Cultivo moderno del tomate**. Mundi-Prensa Libros, 1997.

SANTOS, F. S.; SOUZA, P. E.; RESENDE, M. L. V.; POZZA, E. A.; MIRANDA, J. C.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; MANERBA, F. C. Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 59-63, 2007.

SCHWAN-ESTRADA K. R. F.; STANGARLIN J. R.; CRUZ M. E. S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 30, p. 129-137, 2004.

SILVA, C. M. A.; MATIOSKI, S. M.; SILVA, T. F.; MACEDO C. B. F.; BASTOS, S. R. L.; SILVA A. G.; COSTA B. M. S.; SILVA, M. V.; CORRÊIA, M. T. S. Avaliação da Atividade Antibacteriana do Óleo Essencial das Folhas de *Eugenia brejoensis*. In: VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 2013, João Pessoa. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais**, 2013.

SILVA, A. C.; COSTA, C. A.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, p. 33-40, 2011.

SILVA, R. F.; PASCHOLATI, S. F.; BEDENDO, I. P. Indução de resistência em tomateiro por extratos aquosos de *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei* contra *Ralstonia solanacearum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 189-196, 2007.

TALAMINI, V.; STADINIK, M.J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: TALAMINI, V.; STADINIK, M.J. **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p. 45-62.

TAVANTI, T. R.; RIBEIRO, L. F. C.; MALLMANN, G. F.; FELITO, R. A.; MORO, F. A. C.; PANOSSO, A. Avaliação de diferentes extratos naturais no controle de *Rastonia solanacearum* na cultura do eucalipto. n: VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 2013, João Pessoa. **Anais** do VI Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 2013.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W. H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**, Nova York, v. 292, n. 5515, p. 281-284, 2001.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T.; RIBEIRO, I. J. A. Avaliação da produtividade e qualidade comercial de quatro genótipos de tomate do tipo "cereja". In: Workshop Tomate na UNICAMP, 2003, Campinas. **Anais** do Workshop Tomate na UNICAMP, 2003. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/wrktom006.pdf>. Acesso em: 06 de janeiro de 2015.

VENTUROSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; PONTIM, B. C. A.; CONUS, L. A. Influência de diferentes metodologias de esterilização sobre a atividade antifúngica de extratos aquosos de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 499-505, 2010.

WILSON, C.L.; WISNIEWSKI, M.E. **Biological control of postharvest plant diseases of fruits and vegetables: theory and practice**. Boca Raton: CRC Press, 1994. 465 p.