

Especificidade de hospedeiro nas interações *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* - brássicas*

Dulândula Silva Miguel-Wruck^{1**}, José Rogério de Oliveira² & Luiz Antônio dos Santos Dias³

¹EPAMIG/CTTP, C.P. 351, CEP: 38001-970, Uberaba, MG, Brasil, C.P. 351, CEP: 38001-970, Uberaba, MG; ²UFV - Departamento de Fitopatologia, CEP 36571-000, Viçosa, MG, ³UFV - Departamento de Fitotecnia, CEP 36571-000, Viçosa, MG, 36570-001, Viçosa-MG.

* Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Viçosa.

Autora para correspondência: Dulândula Silva Miguel-Wruck (dmiguel@epamiguberaba.com.br)

Data de chegada: 11/09/2008. Aceito para publicação em: 11/04/2010.

1616

RESUMO

D. S. Miguel-Wruck, J.R. Oliveira & L.A.S. Dias Especificidade de hospedeiro nas interações *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* - brássicas. *Summa Phytopathologica*, v.36, n.2, p.129-133, 2010.

Face às escassas informações acerca da variabilidade patogênica de isolados brasileiros de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, realizou-se um estudo para avaliar a especificidade patogênica de trinta e três isolados do patógeno, provenientes de várias regiões do Brasil e do exterior, a oito espécies de brássicas, através de inoculação por meio de injeção da suspensão bacteriana nas folhas. Desse total, 12 isolados foram obtidos de couve-comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*), nove de repolho (*B. oleracea* var. *capitata*), cinco de couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*), dois de canola (*B. napus*),

um de brócolos (*B. oleracea* var. *italica*), um de couve-chinesa (*B. chinensis*), um de couve-rábano (*B. oleracea* var. *gongylodes*) e dois de rabanete (*Raphanus sativus*). A avaliação da patogenicidade dos isolados da bactéria, frente aos hospedeiros em estudo, demonstrou que 14 deles não apresentaram especificidade, originando sintomas em todas as diferentes plantas inoculadas. Os 19 isolados restantes, entretanto, apresentaram relativo grau de especificidade, não causando doença em uma ou mais das plantas inoculadas.

Palavras-chave adicionais: Podridão negra das crucíferas, variabilidade patogênica, brássicas, inoculação cruzada.

ABSTRACT

D. S. Miguel-Wruck, J.R. Oliveira & L.A.S. Dias. Host specificity in interaction *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* - brassicas. *Summa Phytopathologica*, v.36, n.2, p.129-133, 2010.

Considering the lack of information in literature about the pathogenic variability of Brazilian isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, a study was carried out to determine the pathogenic specificity of 33 isolates of this bacterium originated from several regions of Brazil and overseas to eight different *Brassica* species, through inoculation by means of injection of the bacterial suspension in leaves. From these isolates, 12 were obtained from collard greens (*Brassica oleracea* var. *acephala*), nine from cabbage (*B. oleracea* var. *capitata*), five

from cauliflower (*B. oleracea* var. *botrytis*), two from canola (*B. napus*), one from broccoli (*B. oleracea* var. *italica*), one from Chinese cabbage (*B. chinensis*), one from kohlrabi (*B. oleracea* var. *gongylodes*) and two from radish (*Raphanus sativus*). The pathogenicity of the bacterium isolates to the tested hosts indicated that 14 of them were not specific and originated symptoms on all inoculated plants. The other 19 isolates had showed relative degrees of specificity and did not cause disease in one or more of the tested brassicas.

Keywords: Black rot disease of crucifers, brassicas, pathogenic variability, cross-inoculation.

A família Brassicaceae (ex. Cruciferae) compreende 3.500 espécies agrupadas em 350 gêneros, mas as espécies economicamente importantes estão no gênero *Brassica*: *B. oleracea*, *B. napus*, *B. juncea* e *B. napus* (19). Além de sua importância como hortaliças, essas espécies são utilizadas como adubo verde, forrageiras, condimentos e para a produção de óleo a partir das sementes (17).

No Brasil, os cultivos de brássicas têm maior expressão na região Centro-Sul, notadamente em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (15 e 17). Dentre as brássicas, o repolho, a couve comum, a couve-flor, o rabanete e o brócolos têm se expandido consideravelmente nos últimos anos. Somente o repolho foi comercializado nas Centrais de Abastecimento de Minas Gerais,

em novembro de 2007 3,02 Mg, movimentando R\$ 968.000,00 (4).

A podridão negra, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel, 1895) Dowson 1939 (7) é, possivelmente, a doença mais importante das brássicas (20). A principal forma de disseminação do patógeno é por meio de sementes contaminadas (13). Portanto, um dos métodos mais eficientes de controle da doença é o uso de sementes livres do patógeno.

Embora seja um patógeno bastante estudado, as informações acerca da variabilidade patogênica de isolados brasileiros de *X. campestris* pv. *campestris* são escassas. O presente trabalho apresenta um estudo de especificidade de 33 isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* frente a oito espécies de brássicas.

MATERIALE MÉTODOS

Para assegurar maior representatividade da variabilidade natural do patógeno, foram utilizados 33 isolados provenientes de várias localidades do Brasil e do exterior (Tabela 1) obtidos de oito espécies de brássicas: couve-comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*), repolho (*B. oleracea* var. *capitata*), couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*), canola (*B. napus*), brócolo (*B. oleracea* var. *italica*), couve-chinesa (*B. chinensis*), couve-rábano (*B. oleracea* var. *gongylodes*) e rabanete (*Raphanus sativus*). Os isolados de *X. campestris* pv. *campestris* foram obtidos por doação de pesquisadores brasileiros

e estrangeiros e por meio de isolamento nos Laboratórios de Bacteriologia de Plantas do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa (Tabela 1).

Cada um dos isolados teve sua patogenicidade e pureza verificadas sendo, posteriormente, caracterizados por provas bioquímicas, como descritas por Schaad & Stall (14). Os isolados de *X. campestris* pv. *campestris* foram cultivados em placas de Petri contendo meio 523 de Kado & Heskett (9). Após incubação a 28±1 °C por aproximadamente 24 horas, preparou-se uma suspensão bacteriana em solução salina (NaCl 0,85%), cuja concentração foi ajustada em um fotômetro Leitz para OD₅₄₀ = 0,30.

Tabela 1. Dados dos isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* utilizados para as análise patogênica em sete espécies de brássicas

Código	Origem	Hospedeiro	Coleção	Instituição
1	Paraná	<i>Brassica napus</i>	V.A. Malavolta Jr.	Instituto Biológico
2	Paraná	<i>B. napus</i>	V.A. Malavolta Jr.	Instituto Biológico
3	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>italica</i>	A. Reis	CNPH/EMBRAPA
4	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
5	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	A. Reis	CNPH/EMBRAPA
6	São Paulo	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
7	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
8	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	R.M. Souza	UFLA
9	Rio Grande do Sul	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	A.M. Bacarin	UFPEL
10	Distrito Federal	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	C.A. Lopes	CNPH/EMBRAPA
11	Distrito Federal	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	C.A. Lopes	CNPH/EMBRAPA
12	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
13	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
14	São Paulo	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	L.O.S. Beriam	Instituto Biológico
15	São Paulo	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	L.O.S. Beriam	Instituto Biológico
16	São Paulo	<i>B. chinensis</i>	V.A. Malavolta Jr.	Instituto Biológico
17	Espírito Santo	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
18	Espírito Santo	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
19	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	A. Reis	CNPH/EMBRAPA
20	Santa Catarina	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	A. Reis	CNPH/EMBRAPA
21	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	A. Reis	CNPH/EMBRAPA
22	São Paulo	<i>B. oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	V.A. Malavolta Jr.	Instituto Biológico
23	Minas Gerais	<i>R. sativus</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
24	Paraná	<i>R. sativus</i>	V.A. Malavolta Jr.	Instituto Biológico
25	Espírito Santo	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
26	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
27	Santa Catarina	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	A. Reis	CNPH/EMBRAPA
28	Minas Gerais	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	A. Reis	CNPH/EMBRAPA
29	Espírito Santo	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	D.S. Miguel-Wruck	UFV-EPAMIG
30	São Paulo	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	J.R. Neto	Instituto Biológico
31	São Paulo	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	I.G.M. Almeida	Instituto Biológico
32	EUA	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	T. Isakeit	Texas A&M University, College Station
33	EUA	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	T. Isakeit	Texas A&M University, College Station

Os 33 isolados foram inoculados em todas as brássicas estudadas neste trabalho por meio de injeção da suspensão bacteriana nas folhas (2 a 3 mL) (11). Após a inoculação, as plantas foram mantidas em casa de vegetação. Observações diárias foram realizadas para verificar o aparecimento dos sintomas e,

posteriormente, foi realizado o teste de exsudação em gota, para comprovar a etiologia bacteriana das lesões.

Para classificar os diversos isolados avaliados quanto a especificidade de hospedeiro, utilizou-se a análise multivariada de agrupamento com auxílio do programa Statistica 5.1 (6).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas análises de agrupamento (Figura 1), verifica-se a separação dos isolados de *X. campestris* pv. *campestris* em três grupos de similaridade. Na especificidade de hospedeiro o primeiro grupo foi composto pelos isolados 1 e 24, que induziram sintomas somente em dois hospedeiros; o segundo grupo composto pelos isolados 2 (canola), 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 14, 15 (couve), 23 (rabanete), 26, 27 e 31 (repolho), os quais induziram sintomas em todas as plantas hospedeiras; e, por último, um terceiro grupo de similaridade foi constituído pelos isolados restantes, que induziram sintomas em quatro a seis plantas hospedeiras.

Na literatura há relatos de que a bactéria se mostra altamente patogênica a várias brássicas em diferentes condições, porém estas condições não foram bem elucidadas (1 e 2). De acordo com Bradbury (3), *X. campestris* pv. *campestris* tem como hospedeiras várias brássicas, dentre elas a couve comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*), o repolho (*B. oleracea* var. *capitata*), a couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*), a canola (*B. napus*), o brócolos (*B. oleracea* var. *italica*), a couve-chinesa (*B. chinensis*), a couve-rábano (*B. oleracea* var. *gongylodes*) e o rabanete (*Raphanus sativus*). Entretanto, verificou-se pela inoculação cruzada (Tabela 2) que isolados de *X. campestris* pv. *campestris* podem apresentar especificidade de hospedeiro. Isso ocorre em razão, possivelmente, da variabilidade tanto do patógeno quanto do hospedeiro.

Dos 33 isolados estudados, todos patogênicos, 14 deles não apresentaram especificidade quanto aos hospedeiros, uma vez que induziram sintomas em todas as plantas inoculadas. No entanto, os 19 isolados restantes apresentaram relativo grau de especificidade, pois não causaram doença em uma ou mais das brássicas inoculadas (Tabela 2).

A ocorrência de especificidade entre os isolados não é um estudo isolado no Brasil, existem vários relatos de isolados de *X. campestris* causando doenças em diferentes espécies de brássicas em alguns

países, como nos trabalhos realizados por Moffet et al. (12) e Zhao et al. (21) onde os autores relataram a primeira ocorrência da bactéria em couve flor, brócolos e repolho na Austrália e nos Estados Unidos respectivamente.

Yuen et al. (18), trabalhando com plantas de repolho, verificaram diferenças na icrulência e, ou, na capacidade de isolados de *X. campestris* pv. *campestris* de se disseminar, e consideraram que esses fatores podem levar a variações da intensidade da doença. Estudos posteriores, realizados por Chen et al. (5), permitiram verificar que *X. campestris* pv. *campestris* é genética e patogênicamente heterogênea. Aqueles autores verificaram, também, que a variação observada não foi revelada no desenvolvimento dos sintomas resultantes de inoculação em laboratório.

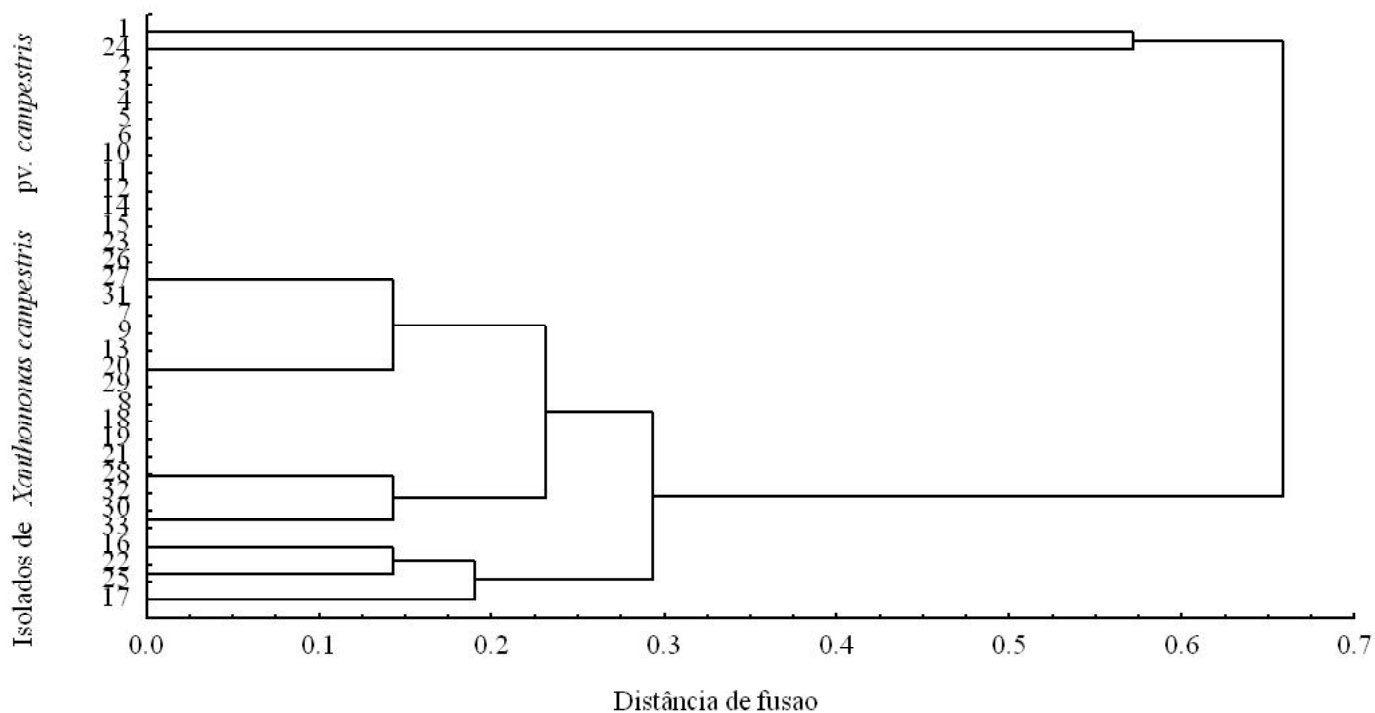
A especificidade por hospedeiro dos isolados usados nesse trabalho pode ser explicada também pela resistência de algumas cultivares à bactéria. No trabalho realizado por Vicente et al. (16), verificou-se que o locus Xca4 controla a resistência raça específica a *X. campestris* pv. *campestris* em nabo (*Brassica napus*).

Machado (1985) citado por Henz et al. (8) estudou 67 isolados de *X. campestris* pv. *campestris* provenientes de ervas daninhas. Dentre esses isolados, somente 15 foram patogênicos a brássicas, ressaltando-se que um dos isolados somente a repolho e, outro, somente a couve.

Existe também variação da virulência entre os isolados de *X. campestris* pv. *campestris*, esse dado foi observado por Henz et al. (8) no estudo da avaliação da virulência e variabilidade de 56 isolados brasileiros dessa bactéria onde os autores verificaram que, a virulência variou entre os isolados estudados, sendo encontrados dois isolados mais virulentos e dois menos virulentos.

A variação de virulência e de patogenicidade entre isolados de *X. campestris* pv. *campestris* pode ser explicado através do trabalho de Kamoun et al. (10). É sabido que o locus HrpXc é requerido para a patogenicidade de *X. campestris* pv. *campestris* em plantas hospedeiras e para a resposta de hipersensibilidade em plantas

Figura 1. Dendrograma de UPGMA referente a 33 isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* avaliados com base na inoculação cruzada em sete diferentes espécies de brássicas.



não hospedeiras, porém, esses autores verificaram que o mesmo locus pode estar envolvido na supressão de resposta de defesa de plantas hospedeiras.

Existem relatos de pelo menos duas espécies de *X. campestris* além de *X. campestris* pv. *campestris* causando mancha nas folhas de brássicas; *X. campestris* pv. *armoraciae* e *X. campestris* pv. *aberrans* (12, 21)

Durante a execução do presente trabalho, descartou-se a possibilidade de se estar trabalhando com isolados de *X. campestris* pv. *armoraciae*, uma bactéria também patogênica a brássicas e agente causal de manchas foliares. Embora não existam conhecimentos profundos das diferenças genéticas entre esses dois patovares (5), a hipótese de que alguns isolados pudessem pertencer a *X. campestris* pv. *armoraciae* foi descartada, pois, segundo Bradbury (3), essa

bactéria só induz sintomas em brássicas quando inoculada artificialmente e os isolados utilizados neste trabalho foram todos obtidos de plantas naturalmente infectadas.

Mais estudos precisam ser realizados para se entender melhor a variação na especificidade dos isolados em relação às brássicas utilizadas neste trabalho. É importante, inclusive, um estudo para determinação das raças do patógeno de ocorrência no Brasil. Kamoun et al. (10) agruparam número limitado de isolados de *X. campestris* pv. *campestris* em cinco raças, de acordo com a resposta de diferentes cultivares de *Brassica napus* e *B. juncea*. Segundo esses autores, a estrutura de raça em populações de *X. campestris* pv. *campestris* varia consideravelmente entre países com extensas áreas de cultivo de brássicas.

Com base nos resultados encontrados, concluiu-se que a

Tabela 2. Inoculação cruzada de sete espécies de brássicas com 33 isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, por meio de injeção da suspensão bacteriana nas folhas. Viçosa/MG, 2001.

Isolados	Hospedeiros						
	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	<i>Raphanus</i> <i>sativus</i>	<i>B. chinensis</i>	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	<i>B. oleracea</i> var. <i>italica</i>	<i>B. napus</i>
1	- ¹	+	-	-	-	-	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	-	+	+	+
8	+	+	+	-	+	+	-
9	+	+	+	-	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+	+	+
12	+	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	-	+	+	+
14	+	+	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+	+	+
16	+	+	-	+	+	+	-
17	-	+	-	+	+	+	+
18	+	+	+	-	+	+	-
19	+	+	+	-	+	+	-
20	+	+	+	-	+	+	+
21	+	+	+	-	+	+	-
22	+	+	-	+	+	+	+
23	+	+	+	+	+	+	+
24	-	-	+	-	+	-	-
25	+	+	-	+	+	+	+
26	+	+	+	+	+	+	+
27	+	+	+	+	+	+	+
28	+	+	+	-	+	+	-
29	+	+	+	-	+	+	+
30	+	+	+	+	+	+	-
31	+	+	+	+	+	+	+
32	+	+	+	-	+	+	-
33	+	+	+	+	+	+	-

¹(+) = lesões com necroses nos vasos e que mostraram exsudação ao microscópio e (-) = ausência de lesões.

especificidade dos isolados de *X. campestris* pv. *campestris* estudados não possui qualquer relação com a origem geográfica ou o hospedeiro do qual foram obtidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à agência FAPEMIG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarez, A.M. & Cho, J.J. Black rot of cabbage in Hawaii: inoculum source and disease incidence. **Phytopathology**, St. Paul, v.68, p.1456-1459, 1978.
2. Alvarez, A.M.; Benedict, A.A.; Mizumoto, C.Y.; Hunter, J.E.; Gabriel, D.W. Serological, pathological, and genetic diversity among strains of *Xanthomonas campestris* infecting crucifers. **Phytopathology**, St. Paul, v.84, n.12, p.1449-1457, 1994.
3. Bradbury, J.F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. England: CBA International, 1986. 332p.
4. Análise Conjuntural. Contagem: CEASA Minas Gerais, Nov. de 2007. disponível em: <<http://www.ceasaminas.com.br>>. Acesso em novembro de 2007.
5. Chen, J.; Roberts, P.D.; Gabriel, D.W. Effects of a virulence locus from *Xanthomonas campestris* 528^T on pathovar status and ability to elicit blight symptoms on crucifers. **Phytopathology**, St. Paul, v.84, n.12, p.1458-1464, 1994.
6. Dias, L.A.S. Análises multidimensionais. In: Alfenas, AC. (Ed.) **Eletroforese de isoenzimas**: aplicação a microrganismos e plantas. Viçosa: Editora UFV, Viçosa, 1998, p. 405-475.
7. Fahy, R.C.; Persley, G.J. **Plant bacterial diseases**: - a diagnostic guide. Australia: Academic Press, 1983. 393p.
8. Henz, G.P.; Takatsu, A.; Reifschneider, F.J.B. Avaliação da virulência e variabilidade em isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.12:350-353, 1987.
9. Kado, C.I.; Heskett, M.G. Selective media for isolation of Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas and Xanthomonas. **Phytopathology**, Saint Paul, v.60, p.969-976, 1970.
10. Kamoun, S.; Kandar, H.V.; Yolam, E.; Kado, C.I. Incompatible interactions between crucifers and *Xanthomonas campestris* involve a vascular hypersensitive response: role of the hrpX locus. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, v.5 (1):22-23, 1992.
11. Klement, Z.; Rudolph, K.; Sands, D.C. **Methods in phytopathology**. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1990. 568p.
12. Moffett, M.L.; Trimboli, D.; Bonner, I.A. A bacterial leaf spot disease of several Brassica varieties. **AUSTRALIAN PLANT PATHOLOGY SOCIETY NEWSLETTER**, 5:30-32, 1976.
13. Rodrigues Neto, J.; Malavolta Júnior, V.A. Doenças causadas por bactérias em crucíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.183, p.56-59, 1995.
14. Schaad, N.W.; Stall, R.E. Xanthomonas. In: SCHAAD, N.W. **Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria**. St. Paul: APS Press., 1988. 158p.
15. Siqueira, T.S. **Cultura de brássicas**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária. UFV. MG, 1981. 30p.
16. Vicente, J.G.; Taylor, J.D.; Sharpe, A.G.; Parkin, I.A.P.; Lydiate, D.J.; King, G.J. Inheritance of race-specific resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in *Brassica* genomes. **Phytopathology**, St. Paul, v.92, p.1134-1141, 2002.
17. Vilela, M.R. Brássicas, hortaliças de alto valor alimentício. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.98, 1983, 58p.
18. Yuen, G.Y., Alvarez, A.M., Benedict, A.A., Trotter, K.J. Use of monoclonal antibodies to monitor the dissemination of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. **Phytopathology**, St Paul, v.77, p.366-370, 1987.
19. Warwick, S.I., Francis, A.; Fleche, J. LA. **Guide to the Wild Germplasm of Brassica and Allied Crops (tribe Brassicaceae, Brassicaceae)** 2nd ed. Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario: Eastern Cereal and Oilseeds Research Centre, 2000. Disponível em: <http://www.brassica.info/resources/crucifer_genetics/guidewild.htm>. Acesso em: 5 set. 2007.
20. Williams, P.H. Black rot: a continuing threat to world crucifers. **Plant Disease**, St. Paul, v.64, p.736-742, 1980.
21. Zhao, Y.; Damicone, J.P.; Demezas, D.H.; Bemder, C.L. Bacterial leaf spot leafy crucifers in Oklahoma caused by *Xanthomonas campestris*. **Plant Disease**, St. Paul, v.84, p.1008-1014, 2000.