

Avaliação da resistência a tobamovirus em acessos de *Capsicum* spp.

Márcia Aparecida Cezar^{1*}, Renate Krause-Sakate¹, Marcelo Agenor Pavan¹, Cyro Paulino da Costa²

¹Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, CP 237, CEP-18.603-970, Botucatu-SP, e-mail: marciaapcezar@hotmail.com; ²USP/ESALQ – Depto. De Produção Vegetal – CEP 13418-900 – Piracicaba, SP

* Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor: Bolsista da CAPES

Author for correspondence: Márcia Aparecida Cezar marciaapcezar@hotmail.com

Data de chegada: 28/03/2007. Aceito para publicação em: 03/12/2008

1461

RESUMO

Cezar, M.A.; Krause-Sakate, R.; Pavan, M.A.; Costa, C. P. Avaliação da resistência a tobamovirus em acessos de *Capsicum* spp. *Summa Phytopathologica*, v.35, n.1, p.39-43, 2009

A resistência em *Capsicum* spp a tobamovirus é governada pelos genes L¹ a L⁴. Baseado na capacidade de alguns isolados suplantarem a resistência destes genes, os tobamovirus podem ser classificados nos patótipos P₀, P₁, P_{1,2} e P_{1,2,3}. No Brasil, até o momento as três espécies de tobamovirus conhecidas são: *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), pertencentes aos patótipos P₀ e *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) pertencente ao patótipo P_{1,2}, respectivamente e podem infectar pimentas e pimentões. Oitenta e seis genótipos de pimentão e pimenta foram avaliados quanto à resistência a tobamovirus, sendo 62 de *Capsicum annuum*, 18 de *C. baccatum* e

seis de *C. chinense*. Oito acessos de *C. annuum*, seis de *C. baccatum* e os acessos ICA #39, Pimenta de cheiro e PI 152225 de *C. chinense* apresentaram reação de hipersensibilidade ao ToMV, enquanto que o acesso Ancho de *C. annuum* foi considerado tolerante, permanecendo assintomático, porém permitindo a recuperação do vírus quando inoculado em *Nicotiana glutinosa*. Para o PMMoV patótipo P_{1,2} foram avaliados os acessos de pimentão e pimenta considerados resistentes ao ToMV. Somente o PI 152225 de *C. chinense* desencadeou reação de hipersensibilidade ao PMMoV, sendo fonte potencial de resistência para programas de melhoramento a este vírus no Brasil.

Palavras-chave adicionais: Pimentão, Pimenta, TMV, ToMV, PMMoV

ABSTRACT

Cezar, M.A.; Krause-Sakate, R.; Pavan, M.A.; Costa, C. P. Evaluation of resistance of *Capsicum* spp. genotypes to tobamovirus. *Summa Phytopathologica*, v.35, n.1, p.39-43, 2009

The resistance of *Capsicum* spp to tobamoviruses is conferred by the genes series L¹ to L⁴. Based on the ability of some isolates to overcome the resistance genes, the tobamovirus can be classified in the pathotypes P₀, P₁, P_{1,2} and P_{1,2,3}. In Brazil, at this moment there are three species of tobamovirus: *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), belonging to pathotype P₀ and *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) belonging to pathotype P_{1,2} respectively, that can infect sweet and hot peppers. Eighty-six genotypes of sweet and hot pepper were evaluated for the resistance to tobamovirus.

Eight genotypes of *C. annuum*, five of *C. baccatum* and the three genotypes ICA #39, Pimenta de cheiro and PI 152225 of *C. chinense* reacted with hypersensitivity to ToMV, while the genotype Ancho of *C. annuum* was considered tolerant to ToMV, remaining symptomless but allowing the multiplication of the virus. The genotypes considered resistant to ToMV, were evaluated for the reaction to P_{1,2} PMMoV. Only the PI 152225 of *C. chinense* reacted with hypersensitivity to PMMoV, indicating that it could be used as a potential source of resistance in the breeding programs from Brazil.

Keywords: Sweet pepper, hot pepper, ToMV, TMV and PMMoV

As pimentas e pimentões, pertencentes ao gênero *Capsicum* spp., são amplamente cultivadas em todo mundo (16, 19). Ocupam uma posição importante no consumo brasileiro de hortaliças destacando-se entre as dez de maior consumo, tanto em valor, quanto em volume comercializado (8). A produtividade média da pimenta pode variar de acordo com a cultivar. Pimentas do tipo ‘Dedo-de-moça’ e ‘Tabasco’ apresentam uma produtividade de 10 t/ha, no caso das pimentas do tipo ‘Malagueta’, estas podem atingir uma produtividade de 4 ton/ha, e as do tipo ‘Jalapeño’ podendo atingir 30 t/ha (26). Enquanto que a cultura do pimentão atinge uma produtividade média ao redor de 30 toneladas por ha. (26).

Uma das limitações para estas culturas são as doenças de origem viral. Várias espécies do gênero *Tobamovirus* podem infectar *Capsicum* spp., tais como o: *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV) e o *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) sendo este

último inicialmente relatado no Brasil infectando plantas de pimenta e pimentão em cultivos protegidos desde 2001 (4, 9, 14).

Os tobamovirus são eficientemente transmitidos por contato entre plantas, pela ação do homem, ferramentas e utensílios utilizados nos tratamentos culturais exigidos pela cultura, principalmente em condições de cultivo protegido (22). Além disto são transmitidos na forma de contaminantes na parte externa das sementes, e estas são consideradas a principal fonte de disseminação a longas distâncias (10). Estes vírus possuem alta estabilidade, permanecendo viáveis por longos períodos em restos culturais no solo (5, 7, 17, 18).

A resistência a tobamovirus em *Capsicum* spp. é controlada por uma reação de hipersensibilidade (12). Quanto à reação obtida na série de diferenciadoras de *Capsicum* spp. contendo os genes L⁺, L¹, L² e L³ (1, 2, 12, 16) as espécies de tobamovirus podem ser classificadas nos patótipos P₀, P₁, P_{1,2} e P_{1,2,3}, respectivamente. Todos isolados de

TMV e ToMV até então estudados enquadram-se como patótipo P₀ e são incapazes de suplantar a resistência em plantas de *Capsicum* que contém o gene L¹ (20), enquanto que, plantas com os genes de resistência L² e L³ são facilmente infectadas pelos patótipos P_{1,2} e P_{1,2,3} de PMMoV, respectivamente (16). No Brasil, até o momento, somente foi verificado o patótipo P_{1,2} de PMMoV (4, 9, 14), porém em países, como Espanha (11, 25), Itália (27), e o Japão (24) já foi observado o patótipo P_{1,2,3} de PMMoV e este vem sendo considerado um sério entrave à produção de pimentas e pimentões. Somente o gene L⁴ é capaz de conferir resistência a este patótipo (12). A resistência em plantas do gênero *Capsicum* spp. presente no locus L é do tipo dominante (1, 3, 6). O gene L¹ têm sido utilizado como fonte de resistência a tobamovírus em diversos híbridos e cultivares comerciais no Brasil como Yolo Wonder, Keystone Resistant (15) e Magali R. Esta resistência não é efetiva para o patótipo P_{1,2} de PMMoV (12), que já ocorre no Brasil.

No Brasil, a introdução dos genes L³ e L⁴ nos híbridos e/ou cultivares nacionais seria satisfatória para o controle dos isolados de tobamovírus locais. Porém, pensando-se na coevolução patógeno-hospedeiro, objetivou-se verificar a reação de diversas populações de *Capsicum* spp. ao patótipo P₀ de ToMV e ao patótipo P_{1,2} de PMMoV, visando obter potenciais novas fontes de resistência para o melhoramento genético de *Capsicum* spp., uma vez que a utilização de plantas resistentes é a medida mais indicada no controle destes vírus em condições de campo e estufa.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção dos isolados de ToMV e PMMoV

Os isolados de ToMV e PMMoV, provenientes de *Capsicum* spp., caracterizados como patótipos P₀ de ToMV e P_{1,2} de PMMoV obtidos por Cezar (4) foram submetidos a um teste de agressividade. Para seleção do isolado patótipo P₀ de ToMV foi avaliada sintomatologia em plantas da cultivar Magda (suscetível), enquanto que para seleção do isolado patótipo P_{1,2} de PMMoV foi avaliada a sintomatologia em plantas de *Capsicum frutescens* 'Tabasco' (gene L²) suscetíveis a este patótipo. Plantas de *Nicotiana glutinosa* foram utilizadas como controle da inoculação. A avaliação foi realizada visualmente por um período de 30 dias após a inoculação, onde foram observados sintomas de mosaico nas plantas inoculadas.

Dentre os isolados de ToMV e PMMoV avaliados, foram escolhidos os isolados mediamente agressivos, ToMV-BR 02 (patótipo P₀), proveniente de pimenta da região de Sorocaba, e o isolado PMMoV-BR 12 (patótipo P_{1,2}), proveniente de pimentão da região de Salto.

Avaliação da resistência de *Capsicum* spp. ao ToMV e PMMoV

Foram avaliados 86 genótipos de pimentão e pimenta, sendo 62 acessos de *C. annuum*, 18 de *C. baccatum* e seis de *C. chinense* (Tabela 1).

As sementes foram pré-germinadas em "Gerbox" e em seguida individualmente transplantadas em bandejas de isopor com 72 células, avaliando-se 6 plantas por acesso, mantidas em estufa plástica. A coleção de *Capsicum* spp. utilizada nos testes de resistência, foi gentilmente cedida pelo Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, do Departamento de Horticultura da ESALQ-USP.

Na obtenção do inóculo do patótipo P₀ de ToMV, plantas de tomate suscetível (AF-2485) foram utilizadas. As folhas cotiledonares (aproximadamente 15 dias da germinação das sementes) dos genótipos avaliados foram inoculadas, utilizando-se as folhas de tomateiro infectadas na proporção 1:20 (Peso: Volume) em tampão de fosfato de potássio 0,01 M, pH 7,0, contendo sulfito de sódio 0,01 M e carbureto

de silício (Carborundum), como abrasivo. Em seguida, as folhas cotiledonares foram lavadas com água para a remoção do excesso de inóculo e de abrasivo e avaliadas por 30 dias. As plantas foram inoculadas três vezes consecutivas com intervalos de três dias para evitar escapes. Plantas da cv. Magda foram utilizadas como controle suscetível. A avaliação foi realizada visualmente observando-se inicialmente reação de hipersensibilidade, bem como presença ou ausência de mosaico. Após 30 dias as plantas que apresentaram queda de cotilédone e permaneceram assintomáticas foram inoculadas em *N. glutinosa*, na tentativa para a recuperação do vírus.

O material considerado resistente ou tolerante ao patótipo P₀ de ToMV foi posteriormente avaliado para resistência ao P_{1,2} de PMMoV. Plantas de *C. frutescens* foram utilizadas para a multiplicação do inóculo e a inoculação e avaliação foi realizada de forma semelhante como para o ToMV. Plantas de *N. glutinosa* foram utilizadas na retroinoculação de plantas que permaneceram assintomáticas após a inoculação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos materiais de pimentão e pimenta testados, a resistência ao patótipo P₀ de ToMV foi verificada em 8 acessos de *C. annuum*; 6 acessos de *C. baccatum* e três de *C. chinense*, sendo que o cv. Magda que foi utilizado como controle suscetível produziu intenso mosaico. Nestas plantas resistentes foram observadas lesões locais necróticas nas folhas e cotiledonares. Após a queda das folhas cotiledonares, esses acessos permaneceram assintomáticos. Quando inoculados individualmente em plantas de *N. glutinosa* (retro-inoculação) não foram observadas lesões locais características do ToMV, indicando que estas plantas não permitiram a multiplicação viral. Entretanto, um acesso de *C. annuum* (Ancho), proveniente do México, foi considerado tolerante ao ToMV, não tendo desenvolvido reação de hipersensibilidade, porém permitindo replicação viral com ausência de sintomas.

Dos dezessete acessos de *Capsicum* spp que apresentaram reação de hipersensibilidade ou tolerância ao ToMV, quando inoculados com o patótipo P_{1,2} de PMMoV, dezesseis mostraram-se suscetíveis a este isolado, desenvolvendo sintomas sistêmicos de mosaico também verificados no híbrido Magali R (suscetível). Este fato evidencia que possivelmente estes possuem o gene L¹ ou L² que confere resistência somente ao patótipo P₀ e P₁. O acesso PI 152225, porém, desencadeou reação de hipersensibilidade ao patótipo P_{1,2} de PMMoV, e a planta manteve-se assintomática e com ausência de multiplicação viral. Suzuki et al. (21) também avaliaram o mesmo acesso de *C. chinense* quanto à reação a um isolado de PMMoV P_{1,2} e concluíram que este possui o gene L³. Este acesso pode ser uma fonte potencial para programas de melhoramento, visando à resistência a estes vírus no Brasil, pois atualmente predominam os patótipos P₀ e P_{1,2} tanto no campo e em cultivos protegidos, para as quais este gene é efetivo.

A coleção de *Capsicum* spp testada neste trabalho é tipicamente americana. O ToMV é um vírus que ocorre no Brasil há muito mais tempo que o PMMoV, cuja primeira detecção foi somente em 2001 (14). Possivelmente o pequeno número encontrado de materiais resistentes ao PMMoV se deve a não exposição destes genótipos a este vírus.

Sabe-se que os genes L¹ a L⁴ que confere reação de hipersensibilidade a tobamovírus é elicitada pela capa protéica destes vírus (12). A troca entre os aminoácidos específicos Met (metionina) por Asn (asparagina) na posição 139 na seqüência de aminoácidos da capa protéica do PMMoV é responsável pela capacidade ou não de um isolado suplantar os genes L¹, L², L³ e L⁴ (12, 25).

O gene L¹ presente em alguns híbridos comerciais, como Magali R,

Tabela 1. Genótipos de *Capsicum* spp. utilizados nos ensaios e reação de plantas ao ToMV e ao PMMoV.

Acessos	Espécie	Origem	Sintomas Patótipo P ₀ ToMV	Sintomas Patótipo P _{1,2} PMMoV
#124	<i>C. annuum</i>	Filipinas	M	
#132	<i>C. annuum</i>	Filipinas	M	
#138	<i>C. annuum</i>	Filipinas	LL/AF/-	M
#36	<i>C. annuum</i>	Filipinas	LL/AF/-	M
Pimenta ornamental Agrônomo 10G	<i>C. annuum</i>	Filipinas	LL/AF/-	M
Ancho	<i>C. annuum</i>	México	-	M
Ano Todo	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimenta orn P001	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
BGH 3058 chocolate	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
BGH 3757	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
BGH 3890	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
BGH 3878	<i>C. annuum</i>	Brasil	LL/AF/	M
BGH 3978	<i>C. annuum</i>	Brasil	LL/AF/	M
BGH 3717	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
BGH 3756	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
BGH 3757 comprido	<i>C. annuum</i>	Brasil	LL/AF/-	M
BGH 3758	<i>C. annuum</i>	Brasil	LL/AF/-	M
BGH 3881	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
BGH 3883 Criolo M.	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
BGH 3889	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Catarino Cascabel	<i>C. annuum</i>	México	M	
Catie 8063	<i>C. annuum</i>	Costa Rica	M	
Chili	<i>C. annuum</i>	Índia	M	
CNPH 145	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
CNPH 146	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
CNPH 162	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
CNPH 185	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
CNPH 40	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
ICA # 12	<i>C. annuum</i>	Colômbia	M	
ICA # 132	<i>C. annuum</i>	Colômbia	M	
Jalapeño	<i>C. annuum</i>	México	M	
Jalapeno Monte Alto	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Jalapeno Cica n°1	<i>C. annuum</i>	México	M	
Kan Cluster	<i>C. annuum</i>	EUA	M	
Morrões	<i>C. annuum</i>	Portugal	M	
Mulato Dulce	<i>C. annuum</i>	Portugal	M	
Mulato V-2	<i>C. annuum</i>	México	M	
<i>C. annuum</i> PI 187331	<i>C. annuum</i>	EUA	M	
<i>C. annuum</i> PI 188476	<i>C. annuum</i>	EUA	M	
Pimenta ornamental P01	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimenta Roque	<i>C. annuum</i>	México	M	
ICA#63	<i>C. annuum</i>	Colômbia	M	
Dagmar	<i>C. annuum</i>		M	
Pimentão All Big	<i>C. annuum</i>		M	
Pimentão 808	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 220.01	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 3781	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 37.04	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 813	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	

Acessos	Espécie	Origem	Sintomas Patótipo P ₀ ToMV	Sintomas Patótipo P ₁₋₂ PMMoV
Pimentão 188	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 193	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 597	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 932	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 33 A	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 34 A	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 97 A	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão 99 A	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão Rubia-R	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão Magali	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão Magali R	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
Pimentão Magda	<i>C. annuum</i>	Brasil	M	
AJI #284	<i>C. baccatum</i>	Bolívia	M	
AJI #286	<i>C. baccatum</i>	Bolívia	M	
AJI #289 Amarelo	<i>C. baccatum</i>	Bolívia	M	
AJI limo	<i>C. baccatum</i>	Peru	M	
Arivivi #212	<i>C. baccatum</i>	Bolívia	M	
BGH 2994	<i>C. baccatum</i>	Viçosa BR	M	
BGH 5025	<i>C. baccatum</i>	Viçosa BR	M	
Guarnica #243	<i>C. baccatum</i>	Bolívia	M	
Habanera BG 592	<i>C. baccatum</i>	México	M	
Pimenta Mogi Guaçu	<i>C. baccatum</i>	Brasil	M	
Pimenta BodeBalão verm.	<i>C. baccatum</i>	Brasil	M	
Pimenta branca Piranga	<i>C. baccatum</i>	Brasil	M	
Pimenta Caraguatatuba	<i>C. baccatum</i>	Brasil	LL/AF/-	M
Pimenta Coração	<i>C. baccatum</i>	Cuiabá MT	LL/AF/-	M
Yerba Mala #251	<i>C. baccatum</i>	Bolívia	LL/AF/-	M
ICA #60	<i>C. baccatum</i>	Bolívia	LL/AF/-	M
AJI 284	<i>C. baccatum</i>	Bolívia	LL/AF/-	M
Pimenta Pitanga	<i>C. baccatum</i>	Argentina	LL/AF/-	M
#2	<i>C. chinense</i>	Colômbia	M	
ICA #39	<i>C. chinense</i>	Cruzeiro Sul	LL/AF/-	M
Pimenta	<i>C. chinense</i>	Cruzeiro Sul	M	
Pimenta	<i>C. chinense</i>	Brasil	M	
Pimenta Cheiro	<i>C. chinense</i>	EUA	LL/AF/-	M
PI 152225	<i>C. chinense</i>	Argentina	LL/AF/-	LL/AF/-

-: Sem sintomas

M: Mosaico

LL: Lesões Locais Necróticas

AF: Abcisão Foliar

confere resistência às espécies de TMV, ToMV e TMGMV classificadas como P₀, porém não é efetivo para as espécies *Paprika mild mottle virus* (PaMMV) e *Obuda pepper virus* (ObPV) classificadas como P₁ (11, 23), ainda não relatadas infectando *Capsicum* spp. no Brasil, bem como para o PMMoV. Até o momento somente o gene L⁴ presente em *C. chacoense* PI 260429 é efetivo contra todas as espécies e/ou patótipos de tobamovírus até então relatadas em *Capsicum* spp. (12). A durabilidade de um gene é variável, pois este pode exercer pressão de seleção sobre o patógeno e desencadear o surgimento de novas estirpes capazes de suplantá-lo. Os genes dominantes *N* e *N'* que conferem hipersensibilidade ao TMV em fumo, são um bom exemplo quanto à durabilidade conferida por um gene.

Enquanto que mutações pontuais na capa protéica do TMV determinam a suscetibilidade ao gene *N'*, o gene *N* é totalmente durável em condições de campo contra estirpes do TMV, sendo somente suplantada pelo ObPV que ocorre somente ocasionalmente em casa-de-vegetação e não a campo na Hungria (13).

Deste modo, como a durabilidade de um gene é difícil de ser prevista, sugere-se que no Brasil os programas de melhoramento visando resistência a tobamovírus levem em consideração o gene L³, presente em pelo menos dois acessos americanos de *C. chinense*, PI 152225 e PI 159236, pois este ainda é efetivo para o ToMV/TMV, bem como ao PMMoV P₁₋₂ até então observados nas principais regiões produtoras do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento deste trabalho concedido pelo CNPq processo N 473661/2004-7.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berzal-Herranz, A.; Cruz, A. de la, A.; Tenllado, F.; Diaz-Ruiz; J.R. Lopez, L.; Sanz, A.I.; Vaquero, C.; Serra, M.T.; Garcia-Luque, I. The *Capsicum* L³ gene-mediated resistance against the tobamovirus is elicited by the coat protein. **Virology**, Orlando, n.209, n. 2, p. 498-505, 1995.
- Boukema, I. W. Resistance to TMV in *Capsicum chacoense* Hunz. is governed by an allele of the L-locus. **Capsicum Newsletter**, Torino, n.3, p. 47-48, 1984.
- Boukema, I. W. Allelism of genes controlling resistance to TMV in *Capsicum*. **Euphytica**, Wageningen, v. 29, n. 2, p. 433-439, 1980.
- Cezar, M.A. **Caracterização biológica e molecular de isolados de vírus pertencentes ao gênero Tobamovirus provenientes de *Capsicum annuum* L.** 2003. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Cuadrado-Gómez, I. M. **Las virosis de las hortalizas en los cultivos de invernadero de almería.** Almería. v. 5, 1994.
- Cruz, A. de la ;López, L.; Tenllado, F.; Díaz-Ruiz, J. R.; Sanz, A. I.; Vaquero, C.; Serra, M. T.; Garcia-Luque, I. The coat protein is required for the elicitation of the *Capsicum* L² gene-mediated resistance against the tobamovirus. **Molecular Plant Microbe Interactions**, St Paul, v. 10, n. 1, p. 107-113, 1997.
- Duarte, K. M. R. **Produção de anticorpos monoclonais contra o vírus do mosaico do tomateiro (ToMV).** 1995. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- Echer, M. M. **Reação de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a *Phytophthora capsici* e o *Potato virus Y* (PVYtm).** 2001. 62 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- Eiras, M.; Chaves, A.L.R.; Moreira, S.R.; Araújo, J.; Colariccio, A. Caracterização de um isolado do *Pepper mild mottle virus* que não quebra a resistência do gene L3 em *Capsicum* sp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.6, p.670-675, 2004
- Erkan, S.; Delen, N. Seed treatments to eliminate seed-borne tobacco mosaic virus in pepper seeds. **Capsicum and Eggplant Newsletter**, Turim, v. 4, n. 2, p. 50,1985.
- Garcia-Luque, I.; Ferrero, M. I.; Rodriguez, J. M.; Alonso, E.; Cruz de la, A.; Sanz, A.; Vaquero, C.; Serra, M. T.; Diaz, J. R. The nucleotide sequence of the coat protein genes and 3' non-coding regions of two resistance-breaking tobamoviruses in pepper shows that they are different viruses. **Archives of Virology**, Vienna, v. 131, n. 1/2, p. 75-88, 1993.
- Gilardi, P.; Garcia-Luque, I.; Serra, M.T. The coat protein of tobamovirus acts as elicitor of both L2 and L4 gene-mediated resistance in *Capsicum*. **Journal of General Virology**, London, v.85, n. 7, p. 2007-2085, 2004.
- Harrison, B.D. Virus variation in relation to resistance-breaking in plants. **Euphytica**, Wageningen, v. 24, n. 2, p.181-192, 2002.
- Kobori, R. F.; Wierzbicki, R.; Della Vecchia, P.T.; Pavan, M.A.; Rezende, J.A.M. Ocorrência do *Pepper mild mottle virus* (PM-MoV) em pimentão (*Capsicum annuum*) cultivado sob estufas no Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, supl., p.516, 2001. (Resumo).
- Nagai, H. Viroses do pimentão e pimenta. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte. v. 10, n. 113, p. 52-54, 1984.
- Nuez, F.; Ortega, R.G.; Costa, J. Enfermedades producidas por virus y micoplasmas. In: Nuez, F.; Ortega, R.G.; Costa, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajíes**. Madri: Mundi-Prensa, 1996. p.249-313.
- Pares, R. D.; Gunn, L. V. The role of non-vectored soil transmission as a primary source of infection by pepper mild mottle and cucumber mosaic viruses in glasshouse-grown capsicum in Australia. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 126, n. 4, p. 353-360, 1989.
- Pares, R. D.; Gunn, L. V.; Keskula, E. N. The role of infective plant debris, and its concentration in soil, in the ecology of tomato mosaic tobamovirus -a non-vectored plant virus. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 144, n. 3, p. 147-150, 1996.
- Pierro, A. C. O assunto é pimentão. **Tecnologia de Produção HFF&Citrus**, Jaguariúna, n.10, p.10-14, ago, 2005.
- Ruiz del Pino, M.; Moreno, A.; García de Lacoba, M.; Castillo-Lliva, S.; Gilardi, P.; Serra, M.T.; García-Luque, I. Biological and molecular characterization of P101 isolate, a tobamoviral pepper strain from Bulgária. **Archives of Virology**, Vienna., v. 148, n. 11, p. 2115-2135, 2003
- Suzuki, K.; Kuroda, T.; Miura, Y.; Murai, J. Screening and field trials of virus resistant sources in *Capsicum* spp. **Plant Disease**, St Paul, v. 87, n. 7, p. 779-783, 2003.
- Tanzi, M.; Betti, L.; Canova, A. Behaviour of two new commercial pepper cvs. With L¹, L³ genotype towards TMV pepper strain infection. **Capsicum and Eggplant Newsletter**, Grugli-asko, v. 5, n. 2, p. 45, 1986.
- Tóbiáz, I.; Rast, A. T. B.; Maat, D. Z. Tobamoviruses of pepper, eggplant and tobacco: comparative host reactions and serological relationships. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v.88, n. 6, p. 257-268, 1982.
- Tsuda, S.; Kirita, M.; Watanabe, Y. Characterization of a pepper mild mottle tobamovirus strain capable of over-coming the / L3 gene-mediated resistance, distinct from the resistance-breaking Italian isolate. **Molecular Plant Microbe Interactions**, St Paul, v. 11, p. 327-331, 1998.
- Velasco, L.; Jansen, D.; Ruiz-Garcia, L.; Segundo, E.; Cuadrado, I. M. The complete nucleotide sequence and development of a differential detection assay for a *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) isolate that overcomes L3 resistance in pepper. **Journal Virological Methods**, Wageningen, v.106, n. 1, p. 135-140, 2002.
- Vilela, N. J. **Coefficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade.** Embrapa, 2007 Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_pimenta/coeficientes_tecnicos.htm>. Acesso em 22 mar. 2007.
- Wetter, C.; Conti, M.; Altschuh, D.; Tabillion, R.; van Regenmortel, M.H.V. Pepper mild mottle virus, a tobamovirus infecting pepper cultivars in Sicily. **Phytopathology**, St. Paul, v. 74, n. 4, p. 405-410, 1984.