

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 17/01/2021.

**RENATO DE SOUZA BRAGA**

**IDENTIFICAÇÃO DE FONTES E HERANÇA DA RESISTÊNCIA AO *Pepper yellow mosaic virus* – LINS E OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO**

**Botucatu**

**2019**



**RENATO DE SOUZA BRAGA**

**IDENTIFICAÇÃO DE FONTES E HERANÇA DA RESISTÊNCIA AO *Pepper yellow*  
*mosaic virus* – LINS E OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan

**Botucatu**

**2019**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B813i	Braga, Renato de Souza, 1974- Identificação de fontes e herança da resistência ao <i>Pepper yellow mosaic virus</i> - Lins e obtenção de híbridos de pimentão / Renato de Souza Braga. - Botucatu: [s.n.], 2019 43 p.: fots. color., tabs.  Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2019 Orientador: Marcelo Agenor Pavan Inclui bibliografia  1. Pimentão - Resistência a doenças e pragas. 2. Virus de plantas. 3. Pimentão - Melhoramento genético. I. Pavan, Marcelo Agenor. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.
-------	--

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

Título: **“IDENTIFICAÇÃO DE FONTES E HERANÇA DA RESISTÊNCIA AO *Pepper yellow mosaic virus* – LINS E OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO”**

AUTOR: RENATO DE SOUZA BRAGA

ORIENTADOR: MARCELO AGENOR PAVAN

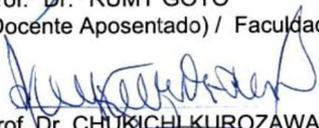
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. MARCELO AGENOR PAVAN  
(Docente Aposentado) / Faculdade de Ciências Agrômicas



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> RUMY GOTO  
(Docente Aposentado) / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu



Prof. Dr. CHUKICHI KUROZAWA  
(Docente Aposentado) / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu



DR. ROMULO FUJITO KOBORI  
Fitopatologia / Sakata Seed Sudamerica Ltda



Doutor ANIELLO ANTONIO CUTOLO FILHO  
Fitopatologia / SAKATA SEED SUDAMERICA LTDA.

Botucatu, 17 de janeiro de 2019.



*A minha família por ser sempre meu porto seguro,  
dedico*



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por sempre me acompanhar.

Aos meus queridos pais e irmãos pelo apoio incondicional.

A minha esposa, Kátia, pelo carinho, amor e parceria na vida.

Ao meu filho Felipe, pelo carinho e por compreender as muitas ausências do pai por viagens a trabalho ou a estudo.

Ao Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan, pela orientação, ensinamentos, paciência e exemplo de profissional e de pessoa.

À Sakata Seed Sudamerica pelo apoio e estímulo ao meu aprimoramento.

Ao departamento de Horticultura da FCA/Unesp por me abrir as portas para a realização do doutorado.

Aos professores do curso de pós-graduação, pela dedicação e disposição em transmitir conhecimento, tarefa tão nobre e importante.



***“Não sou nada.***

***Nunca serei nada.***

***Não posso querer ser nada***

***À parte isso, tenho em mim todos os sonhos do mundo”.***

Fernando Pessoa



## RESUMO

O *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) é o mais importante *Potyvirus* infectando plantas do gênero *Capsicum* no Brasil. Desordens fisiológicas comprometem folhas e frutos, tornando-os impróprios para a comercialização. Perdas podem chegar a 100% caso a infecção ocorra no início do cultivo. A resistência genética é a principal forma de controle desta virose. Em 2009 um novo isolado denominado PepYMV-Lins foi detectado quebrando a resistência genética das cultivares comerciais. Este trabalho visou buscar fontes de resistência a este novo isolado, estudar a herança da resistência, incorporar em linhas elites e criar novos híbridos de pimentões resistentes e com boa performance agrônômica. Dentre os acessos do banco de germoplasma da empresa Sakata, foram encontradas seis pimentas e dois pimentões que portavam resistência conjunta aos isolados PepYMV e PepYMV-Lins. Estes dois últimos foram escolhidos para continuar os trabalhos de introdução de resistência. O estudo de herança apontou que a resistência genética nos dois acessos de pimentões é monogênica e recessiva. Eles foram cruzados com as linhagens elites de pimentões da empresa com o objetivo de criar híbridos comerciais do tipo cônico. Para acelerar o trabalho de melhoramento foi utilizada a técnica de criação e estabilização de linhagens via duplo haploide. As novas linhagens geradas por esta metodologia foram cruzadas para geração de híbridos. Os novos híbridos mostraram-se resistentes aos isolados PepYMV e PepYMV-Lins. Foram também avaliados em condições de campo para seleção de híbridos com potencial comercial. Dois deles (AF23571 e AF23579) foram identificados com estabilidade agrônômica e resistência, e estão em fase pré-comercial pela empresa. Eles podem contribuir para a produção de pimentão do Brasil caso o isolado PepYMV- Lins aumente sua dispersão no território nacional.

**Palavras-chave:** *Potyvirus*, PepMV-Lins, *Capsicum annum*, híbridos resistentes



## ABSTRACT

The *Pepper yellow Mosaic virus* (PepYMV) is the most important *Potyvirus* infecting plants of *Capsicum* genus in Brazil. Physiological disorders compromise leaves and fruits, making them unfit for commercialization. Losses can reach 100% if the infection occurs at the beginning of the crop. Genetic resistance is the main way to control this virus. In 2009 a new isolate called PepYMV-Lins was detected breaking the genetic resistance of the commercial varieties. This work aimed to look for sources of resistance to this new isolate, to study the inheritance of resistance, to incorporate in elite inbred lines and to create new hybrids of resistant peppers with good agronomic performance. Among the accessions of the germplasm bank of the company Sakata were six hot peppers and two sweet peppers that carried resistance to PepYMV and PepYMV-Lins isolates. The latter two were chosen to continue the work of introducing resistance. The genetic inheritance study indicated that the genetic resistance in the two accessions of sweet peppers is monogenic and recessive. They were crossed with the company's elite inbred lines with the aim of creating commercial varieties of the conic type. To accelerate the breeding work, the technique of creation and stabilization of double-haploid lines was used. The new inbred lines generated by this methodology were crossed for generation of hybrids. The newly created hybrids were resistant to PepYMV and PepYMV-Lins isolates. They were also evaluated under field conditions for selection of hybrids with commercial potential. Two hybrids were therefore identified with high agronomic stability and resistance, being AF23571 and AF23579 that are in pre-commercial phase by the company. They may contribute to Brazil's sweet pepper production if the new *Potyvirus* isolate increases its dispersion in the national territory.

**Keywords:** PepYMV, PepMV-Lins, *Capsicum*, resistant hybrids



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
2.1	O Pimentão .....	18
2.2	O mosaico causado por <i>Potyvirus</i> .....	19
2.3	Resistência genética .....	20
2.4	Duplo haploide .....	21
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
3.1	Localização experimental .....	22
3.2	Seleção de fontes de resistência a PepYMV e PepYMV-Lins .....	23
3.3	Inoculações com PepYMV e PepYMV-Lins .....	23
3.4	Cruzamento das fontes de resistência com linhagens elites .....	26
3.5	Estudo da herança genética da resistência para PepYMV e PepYMV-Lins .....	27
3.6	Coleta de anteras e produção de linhagens duplo haploides .....	27
3.7	Climatização das plântulas e inoculação das linhagens duplo haploides .....	28
3.8	Seleção agronômica das melhores linhagens .....	28
3.9	Desenvolvimento de híbridos de pimentão com potencial agronômico e resistência a PepYMV e PepYMV-Lins .....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
4.1	Seleção de fontes de resistência a PepYMV e PepYMV-Lins .....	29
4.2	Cruzamento das fontes de resistência com linhagens elites .....	32
4.3	Estudo da herança genética da resistência para PepYMV e PepYMV-Lins .....	32
4.4	Produção de linhagens duplo haploides e seleção da resistência conjunta ao PepYMV e PepYMV-Lins .....	33
4.5	Desenvolvimento de híbridos de pimentão com potencial agronômico e resistência a PepYMV e PepYMV-Lins .....	34
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>

<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O pimentão é uma das principais culturas hortícolas do Brasil, e é acometida por uma série de patógenos. Entre as viroses que ocorrem na cultura do pimentão, o mosaico causado pela espécie *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) é considerada uma das mais importantes, tanto pelos danos que causa quanto por sua distribuição mundial.

Na natureza este vírus é transmitido por afídeos, especialmente pelas espécies *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* (Glover). O controle químico do vetor é pouco eficaz porque a dispersão do pulgão pode ser feita a longas distâncias, por exemplo, pelo vento e porque a transmissão do vírus ocorre na picada de prova. A melhor forma de controle da virose é por resistência genética.

O vírus foi inicialmente detectado no Brasil em 1950 (Costa et al., 1950) tornando-se extremamente importante na década de 1960 por falta de cultivares resistentes. Na década de 1970 a virose reduziu sua importância pela introdução de cultivares resistentes desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (Nagai et al., 1968 e Nagai et al., 1972). Nos anos de 1990 a virose voltou a ser importante pela quebra da resistência genética das cultivares existentes. Em 1994 foi lançado o híbrido Magali R pela empresa Agloflora (hoje Sakata), que tornou-se o principal híbrido de pimentão comercializado no Brasil nos anos seguintes pela resistência ao novo isolado de PVY que foi denominado PVY<sup>m</sup> ou PVY-1,2 (Boiteux et al., 1996). Em 2002, este vírus foi reclassificado como *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) (Inoue-Nagata et al., 2002), sendo atualmente considerado o *Potyvirus* mais importante do gênero *Capsicum* no Brasil (Truta et al., 2004).

Nos anos 2000 a virose novamente reduziu sua importância pela predominância de cultivares resistentes no mercado. Ao final de 2009, foi novamente detectado um isolado de PepYMV capaz de quebrar a resistência das principais cultivares de pimentão utilizadas no Brasil. A nova estirpe foi denominada PepYMV-Lins (Gioria et al., 2009). Moura et al. (2011) analisando vinte isolados de PepYMV e PepYMV-Lins reclassificaram os mesmos em cinco diferentes estirpes evidenciando a complexidade desta espécie.

O PepYMV-Lins tem potencial de se tornar importante pela atual ausência de cultivares comerciais resistentes de pimentão. A resistência a este vírus foi descrita na cultivar Serrano Vera Cruz (Moura et al., 2011). Esta cultivar é uma pimenta do tipo

serrano e está muito distante genética e fenotipicamente do pimentão tipo cônico que é o mais plantado no Brasil.

Com a potencialidade de danos à cultura de pimentão causada pelo PepYMV-Lins, os objetivos deste trabalho foram encontrar novas fontes de resistência, estudar a herança desta(s) e fazer a introgressão em cultivares de alto potencial comercial. Espera-se assim oferecer uma alternativa para minimizar o risco de perda de produtividade das lavouras de pimentão no Brasil pelo possível aumento da disseminação e importância desta estirpe de vírus.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Pimentão

O gênero *Capsicum*, onde encontram-se as pimentas e os pimentões é um dos gêneros mais importantes de hortaliças do mundo. Segundo os dados da FAO (FAO, 2015), a área cultivada no mundo é de 3.904.349 de hectares, ocupando assim a quarta posição entre as hortaliças mais plantadas, sendo precedida pelas culturas da batata, tomate e cebola. No Brasil, está entre as dez hortaliças mais cultivadas, gerando fonte de renda e saúde para expressiva parte da população.

Os pimentões pertencem à família das Solanáceas, gênero *Capsicum* e espécie *Capsicum annuum* L. O gênero *Capsicum* foi inicialmente descrito por Tounefort (1719) e atualmente conta com 40 espécies e mais de 100 subespécies (The Plant List, 2018). Dentro deste gênero, existem diferentes graus de domesticação entre as espécies sendo classificadas como domesticadas, semidomesticadas e silvestres. Entre as domesticadas estão as espécies *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (IBPGR, 1983). O centro de origem das espécies de *Capsicum* é o continente americano (Bosland et al., 2000) com exceção de *C. anomalum*, cujo centro de origem é reportado ao Japão (Andrews, 1984). Apesar da origem concentrada no continente americano, a introdução do pimentão no Brasil só ocorreu com a chegada dos imigrantes europeus. Segundo Reifshneider (2000), não se sabe ao certo a correta data e local de início do cultivo de pimentão no Brasil, mas sabe-se que uma das primeiras cultivares plantadas no território nacional foi de origem espanhola denominada “pimentão Casca Dura”.

Moraes (2008) apontou que o início do cultivo de pimentão no Brasil começou no cinturão verde de São Paulo na cidade de Mogi das Cruzes. Goto (2016) relata que a partir da cultivar Casca Dura, os produtores japoneses iniciaram o cultivo e, por falta de sementes comerciais na época, fizeram a seleção de novas cultivares. Assim foram selecionadas as cultivares Ikeda, Avelar e Hidemasa. Nas décadas de 1980 e 1990, a cultivar Magda, desenvolvida pela empresa Agroflora, foi amplamente cultivada. Também na década de 1980, o pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Dr. Hiroshi Nagai, foi responsável pelo desenvolvimento de cultivares de pimentões denominados série Agrônomo (8,9,10,11) (Nagai, 1993), algumas delas com resistência a certas estirpes de PVY que já infectavam as lavouras brasileiras. Após forte atuação do IAC, as empresas privadas tomaram a proeminência no trabalho de melhoramento de pimentão sendo responsáveis pelo desenvolvimento das principais cultivares plantadas atualmente. Entre estas empresas destaca-se a Sakata, líder na América do Sul em pimentão para campo aberto e cultivo protegido; a Syngenta, líder mundial em pimentão para cultivo protegido e a Seminis, líder mundial em pimentão para campo aberto.

## 2.2 O mosaico causado por *Potyvirus*

O pimentão é comumente infectado por muitas espécies de vírus. Dentre estes, os que pertencem ao gênero *Potyvirus* são de grande importância na cultura (Moury et al., 2005) porque tem distribuição global (Janzac et al., 2008) e pode infectar também a cultura do tomate e da batata (Costa et al., 2003; Cunha et al., 2004) que possuem muitas áreas de cultivo em comum com o pimentão (Echer & Costa, 2002; Zambolim et al., 2004).

Várias espécies de *Potyvirus* são relatadas no mundo. As mais importantes são *Potato virus Y* (PVY), *Pepper mottle virus* (PepMoV), *Tobacco etch mottle virus* (TEV), *Pepper venial mottle virus* (PVMV), *Chilli veinal mottle virus* (ChiVMV) e *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) (Caranta et al., 1997, Dogimont et al., 1996, Inue-Nagata et al., 2002). Dentre estas, apenas o *Potato virus Y* (PVY) e o *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) são descritas no Brasil.

O primeiro relato de *Potyvirus* em pimentão no Brasil foi em 1950. Costa et al. (1950) descreveram o PVY infectando plantas de pimentão no Estado de São Paulo. Depois disso, várias estirpes deste *Potyvirus* foram descritas no Brasil e no mundo.

Essas estirpes receberam várias denominações ao longo do tempo como Y<sup>w</sup>, Y<sup>f</sup>, Y<sup>ft</sup> (Nagai, 1993), 0, 1, 1.2. Esta última sequência é a classificação das estirpes de *Potyvirus* mais aceita e comumente utilizada e foi feita por Gébren-Selassie e colaboradores em 1985 (Gébren-Selassie et al., 1985). Em 1986 foi identificado um isolado muito agressivo de PVY na região produtora da cidade de Elias Fausto (SP), denominado PVY<sup>m</sup>. Esse isolado foi posteriormente relatado em outras regiões brasileiras. Em 2002, com base em estudos moleculares, o PVY<sup>m</sup> foi reclassificado para *Pepper yellow mosaic virus*-PepYMV e considerada a principal espécie de *Potyvirus* no Brasil (Inoue-Nagata et al., 2002). Em 2009 foi relatada outra estirpe de PepYMV na região produtora da cidade de Lins (SP) sendo denominada de PepYMV-Lins (Gioria et al., 2009). Esta nova estirpe foi responsável pela quebra de resistência das cultivares de pimentão comercializadas à época. Moura et al. (2011) relataram a coleta de vinte diferentes isolados de PepYMV em regiões do Estado de São Paulo. Estes isolados foram classificados em cinco diferentes estirpes: 2<sup>1</sup>.2<sup>2</sup>; 2<sup>1</sup>.2<sup>3</sup>; 2<sup>1</sup>.2<sup>2</sup>.2<sup>3</sup>; 2<sup>1</sup>.2<sup>3</sup>.4 e 2<sup>1</sup>.2<sup>2</sup>.2<sup>3</sup>.4. Nesta classificação o isolado PepYMV-Lins foi reclassificado para 2<sup>1</sup>.2<sup>2</sup>.2<sup>3</sup>.

### 2.3 Resistência Genética

No Brasil, os pesquisadores vêm, ao longo dos anos, identificando e introgrido resistência genética para controlar os *Potyvirus* que acometem a cultura do pimentão. Exemplo são as cultivares desenvolvidas pelo IAC (Nagai et al., 1968; Nagai et al., 1972) e pela empresa Agroflora/Sakata.

De acordo com a estirpe do vírus prevalecente no ambiente em um determinado período de tempo, os pesquisadores vêm utilizando acessos do gênero *Capsicum* portando diferentes genes de resistência como os *pvr2*<sup>+</sup>, *pvr2*<sup>1</sup>, *pvr2*<sup>2</sup>, *pvr2*<sup>3</sup>, *pvr2*<sup>4</sup>, *Pvr4* e *Pvr7* (Gébren-Selassie et al., 1985; Arnedo et al., 1998; Charron et al., 2008). Exemplos desses acessos são o genótipo Yolo Wonder, que carrega o gene *pvr2*<sup>+</sup>, Yolo Y o gene *pvr2*<sup>1</sup>, Florida VR-2 o gene *pvr2*<sup>2</sup>, Serrano Vera Cruz o gene *pvr2*<sup>4</sup>, Puerto Rico Wonder o gene *pvr2*<sup>3</sup> e Criollo de Morellos os genes *pvr2*<sup>3</sup> e *Pvr4* (Arteaga et al., 1997; Arnedo et al., 1998; Charron et al., 2008).

O gene *Pvr4* é amplamente utilizado pelas empresas de melhoramento de hortaliças por ser monogênico, dominante e por conferir resistência a muitos isolados de PVY e PepYMV. Contudo, alguns isolados de PepYMV, como a estirpe Lins e as

classificação das estirpes deste vírus presentes no território nacional como forma a gerar conhecimento sobre este complexo patógeno/hospedeiro facilitando o trabalho de incorporação de resistência genética garantindo assim maior eficácia e economia na produção nacional de pimentão.

## **6 CONCLUSÃO**

O presente trabalho encontrou fontes homozigotas recessivas que promoveram resistência múltipla em pimentão ao PepYMV e PepYMV-Lins. Por meio de diferentes técnicas de melhoramento genético, de fitopatologia e de cultura de tecido, o presente trabalho produziu dois híbridos pré-comerciais de pimentão (AF23571 e AF23579) com padrão agrônômico adequado e estabilidade de resistência, o que pode dar maior segurança e facilitar a produção de pimentão no território nacional.

**REFERÊNCIAS**

ANDREWS, J. **Peppers**: The domestication Capsicum. University of Texas Press. USA, 1984. 170p.

ARNEDO, A. A. M.; ARTEAGA, L. M.; ORTEGA, R. Response of Serrano Criollo de Morelos-334 to PVY pathotypes. **Capsicum and Eggplant Newsletter**; p.105-109, 1998.

ARTEAGA, L.M., ANDRES, A.M., ORTEGA, G.R. New Potato virus Y pathotype in pepper. **Capsicum and Eggplant Newsletter**, v.16, p.85-86, 1997.

BENTO, C. S.; RODRIGUES, R.; ZERBINI JÚNIOR, F. M.; SUDRÉ, C. P. Sources of resistance against the *Pepper yellow mosaic virus* in chili pepper. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.196-201, 2009.

BOITEUX, L. S.; CUPERTINO, F. P.; SILVA, C.; DUSI, A. N.; MONTE-NESICH, D. C.; VAN DER VLUGT. R. A. A. Resistance to *Potato virus Y* (pathotype 1-2) in *Capsicum annuum* and *Capsicum chinense* is controlled by two independent major genes. **Euphytica**, v.87, p.53-58, 1996.

BOSLAND, P.W.; VOTAVA, E.J. **Pepper: vegetable and spice capsicums**. CABI Publishing, Wallingford, 2000. 204p.

CARANTA, C., LEFEBVRE, V., PALLOIX, A. Polygenic resistance of pepper to potyvirus consist of a combination of isolate-specific and broad-spectrum quantitative trait loci. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, n.10, p. 872-978, 1997.

CHARRON, C. Natural variation and functional analysis provide evidence for coevolution between plant Eif4e and potyviral VPg. **The Plant Journal**, v.54, p.56-68, 2008.

COSTA, A.S.; ALVES, S. Mosaico do pimentão. **Bragantia**. Campinas, v.10, p.95-96, 1950.

COSTA, H.; VENTURA, J. A.; ZAMBOLIN, E. M.; BASTOS, J. V. B.; CLIMAN, L. Distribuição do *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) em tomateiro na região serrana do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.247-248, 2003.

CUNHA, L. C. V.; RESENDE, R. O.; NAGATA, T.; INOUE-NAGATA, A. K. Distinct features of *Pepper yellow mosaic virus* isolates from tomato and sweet pepper. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.663-667, 2004.

DOGIMONT, C., PALLOIX, A.; DAUBZE, A.M., MARCHOUX, G., BEBRE-SELASSIE, K., POCHARD, E. Genetic analysis of broad spectrum resistance to potyvirus using double haploid lines of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Euphytica**, v.88, p.231-239, 1996.

DUMAS DE VAULX R., CHAMBONNET D., POCHARD E. Culture in vitro d'anthères de piment (*Capsicum annuum* L.) amélioration des taux d'obtention de plantes chez différents génotypes par des traitements á +35 °C. **Agronomie**, v.1, p.859-864, 1981.

DUNWELL, J.M. Haploids in flowering plants: origins and exploitation. **Plant Biotechnology Journal**, v. 8, p. 377–424, 2010.

ECHER, M. M.; COSTA, C. P. Reaction of sweet pepper to the Potato virus Y (PVY<sup>M</sup>). **Scientia Agricola**, v.59, p.309-314, 2002.

EVANS, D.A.; FLICK, C.E.; JENSEN, R.A. Disease resistance: incorporation in sexually incompatible somatic hybrids of the genus *Nicotiana*. **Science**, v.213, p.907-909, 1981.

EVANS, D.A., SHARP, W.R. Applications of somaclonal variation. **Bio/Tech**, v.4, p.528-532, 1986.

FAO 2015. **Statistic division**. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/ess/en/>, Acesso em: 29 de set. 2018.

FERREIRA, M.E.; WILLIAMS, P.H.; OSBORN, T.C. RFLP mapping of *Brassica napus* using double haploid lines. **Theoretical and Applied Genetics**, v.89, p.615-621, 1994.

GÉBRE-SELASSIE, K.; MARCHOUX, G.; DELECOLLE, B.; POCHARD, E. Variabilité naturelle des souches du virus Y de la pomme de terre dans les cultures de piment du Sud-Est de la France. Caractérisation et classification en pothotypes. **Agronomie**, v.5, p.621-630, 1985.

GILBERT, J.; McGUIRE, D.C. Root knot resistance in commercial type tomatoes in Hawaii. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.60, p.401-411, 1952.

GILBERT, J.; McGUIRE, D.C. Inheritance of resistance to severe root knot form *Meloidogyne incognita* in commercial type tomatoes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.68, p.437-442, 1956.

GIORIA, R.; BRAGA, R. S.; KRAUSE-SAKATE, R.; ROULLIER, C.; ROSA, D.D.; MOURA, M.F.; SOUZA-DIAS, J.A.C.; SAWAZAKI, H.E.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. et al. Breakdown of resistance in sweet pepper against *Pepper yellow mosaic virus* in Brazil. **Scientia Agricola**, v.66, p.267-269, 2009.

GOTO, R. A Cultura. In Nick, Carlos; Borém, Al. (Eds). **Pimentão do plantio à colheita**. Ed. UFV, Viçosa, 2016, p.9-16.

HORSCH, R.B.; FRY, J.E.; HOFFMANN, N.L.; EICHHOLTZ, D.; ROGERS, S.G.; FRALEY, R.T. A simple and general method for transferring genes into plants. **Science**, v.227, p.1229-1231, 1984.

IBPGR. **Genetic resource of Capsicum** – a global Plant of action. Secretariat IBPGR, Rome. 1983

INOUE-NAGATA, A. K.; FONSECA, M. E. N.; RESENDE, R. O.; BOITEUX, L. S.; MONTE, D. C.; DUSI, A. N.; ÁVILA, A. C.; VLUGT, R. A. A. VAN DER. *Pepper yellow mosaic virus*, a new potyvirus in sweet pepper, *Capsicum annuum*. **Archives of Virology**, v.147, p.849-855, 2002.

JANZAC, B.; FABRE, M. F.; PALLOIX, A.; MOURY, B. Characterization of a new potyvirus infecting pepper crops on Ecuador. **Archives of Virology**, v.153, p.1543-1548, 2008.

KOGH, F.; HAAGEN-SMIT, A.J.; ERXLEBEN, H. Über ein neues auxin (‘Hetero-auxin’) aus harn. **Zeitschrift fuer Physiologische chemie**, v.228, p.90-103, 1934.

KRIKORIAN, A.D.; BERQUAM, D.L. Plant cell and tissue culture: the role of haberlandt. **Botanical Review**, v.35, p.59-88, 1969.

MALUF, W.R.; CALDAS, L.S.; TOMA-BRAGHINI, M.; CORTE, R.D.; IKUTA, H.; KUNIEDA-YABASE, M. Alternatives to current tropical cauliflower hybrids obtained from self-incompatible inbred lines. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.331-345, 1988a.

MALUF, W.R.; CORTE, R.D.; TOMA-BRAGHINI, M.; CALDAS, L.S.; IKUTA, H.; KUNIEDA-YABASE, M. Early testing of parental combining ability in tropical cauliflower hybrids. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, n.4, p.893-903, 1988b.

MORAES, M. S. História da imigração japonesa em Mogi das Cruzes. Mogi News, Mogi das Cruzes, 2008. 276 p.

MORRISON, R.A.; EVANS, D.A. **Bells sweet**: plant variety protection certificate N° 9700124. 1988.

MOURA, M. F., MITUTI, T., MARUBAYASHI, J. M., GIORIA, R., KOBORI, R. F., PAVAN, M. A., SILVA, N., SAKATE, R. K. A classification of *Pepper yellow mosaic*

*virus* isolates into pathotypes. **European Journal Plant Pathology**. v.131, p.549-552, 2011.

MOURY, B.; PALLOIX, A.; CARANTA, C.; GOGNALONS, P.; SOUCHE, S.; GÉBRE-SELASSIE, K. Serological, molecular and pathotype diversity of *Pepper vein mottle virus* and *Chili vein mottle virus*. **Phytopathology**, v.95, p.227-232, 2005.

NAGAI, H. Pimentão, pimento doce e pimenta In: FURLANI, A.M.C; VIEGAS, G.(Orgs). **O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico**. Instituto Agronômico, Campinas, 1993. p.276-294.

NAGAI, H.; COSTA, A.S. Four new pepper varieties resistant to vírus Y in Brazil. **Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum**, p.283-287, 1972.

NAGAI, H.; SMITH, P. G. Reaction of pepper varieties to naturally occurring viruses in California. **Plant Disease Reporter**, v.52, p.928-930, 1968.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Capsicum – Pimentas e pimentões no Brasil**. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília. 2000. 113 p.

SHAH, D.M.; HORSCH, R.; KLEE, H.J; KISHORE, G.M.; WINTER, J.A.; TUMER, N.E.; HIRONAKA, C.M.; SANDERS, P.R.; GASSER, C.S.; AYKENT, S.; SIEGEL, N.R.; ROGERS, S.G.; FRALEY, R.T. Engineering herbicide tolerance in transgenic plants. **Science**, v.236, p.478-481, 1986.

SHMYKOVA, N. A.; PYSHNAYA, O. N.; SHUMILINA, D. V.; DZHOS, E. A. Morphological characteristics of double haploid plants of pepper produced using microspore/anther in vitro culture of the interspecies hybrids of *Capsicum annuum* L. and *C. chinense* Jacq. **Russian Agricultural Sciences**, v.40, p. 21-25, 2014.

THE PLANT LIST. Disponível em:<http://www.theplantlist.org/browse/A/Solanaceae/Capsicum>>, Acesso em: 29 de set. 2018.

TOUNEFORT, J.P. **Institutiones Rei Herbarie**. Typografia Regia, Paris. 1719. 124p.

TRUTA, A.A.C., Souza, A.R.R., Nascimento, A.V.S., Pereira, R.C.,Pinto, C.M.F., Brommonschenkel, S.H., Carvalho, M.G., Zerbini, M. Identidade e propriedades de isolados de potyvirus provenientes de *Capsicum* spp. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.160-168, 2004.

VAN OVERBEEK, J., CONKLIN, M.E., BLAKESLEE, A.F. Factors in coconut milk essential for growth and development of very young *Datura* embryos. **Science**, v.94, p.305-351, 1941.

YOON, B.J.; JANG, C.D.; DO, J.W.; AND PARK, G.H. Over coming two postfertilisation genetic barriers in interspecific hybridization of anthracnose resistance. *Breeding Science*, v. 56, p.31–38, 2006.

WHITE, P.R. Potentially unlimited growth of excised plant callus in an artificial nutrient. **American Journal of Botany**, v.26, p.59-64, 1939.

ZAMBOLIM, E. M.; COSTA, H.; CAPUCHO, A. S.; AVILA, A. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; KITAJIMA, E. W. Surto epidemiológico do vírus do mosaico amarelo do pimentão em tomateiro na região Serrana do Estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.325-327, 2004.