

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir de
27/02/2021.

GIOVANA CAROLINA DOURADO CRUCIOL

**CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA E MOLECULAR DO *Groundnut ringspot virus*
EM JILÓ E CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Bemisia tabaci* EM
CULTIVARES DE PIMENTÃO**

Botucatu

2019

GIOVANA CAROLINA DOURADO CRUCIOL

**CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA E MOLECULAR DO *Groundnut ringspot virus*
EM JILÓ E CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Bemisia tabaci* EM
CULTIVARES DE PIMENTÃO**

Tese apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia (Proteção de Plantas).

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan

Coorientadora: Prof^a. Dra. Renate Krause Sakate

Coorientadora: Dra. Mônica Fecury Moura

Botucatu

2019

C955c

Cruciol, Giovana Carolina Dourado

Caracterização biológica e molecular do Groundnut ringspot virus em jiló e características biológicas de Bemisia tabaci em cultivares de pimentão / Giovana Carolina Dourado Cruciol. -- Botucatu, 2019

65 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu

Orientador: Marcelo Agenor Pavan

Coorientadora: Renate Krause Sakate

1. GRSV. 2. Solanum aethiopicum L.. 3. Orthotospovirus. 4.
Inseto-vetor. 5. Capsicum. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **“CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA E MOLECULAR DO *Groundnut ringspot vírus* EM JILÓ E CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA DE *Bemisia tabaci* EM CULTIVARES DE PIMENTÃO”**

AUTORA: GIOVANA CAROLINA DOURADO CRUCIOL

ORIENTADOR: MARCELO AGENOR PAVAN

COORIENTADORA: MÔNICA FECURY MOURA

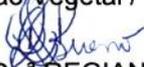
COORIENTADOR: MARCELO AGENOR PAVAN

COORIENTADORA: RENATE KRAUSE SAKATE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


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


Prof. Dr. ANTONIO CARLOS MARINGONI
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP


Prof.^a Dr.^a REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP


DR. VALDIR ATSUSHI YUKI
Depto. Virologia Vegetal / Instituto Agronômico de Campinas


Prof. Dr. JULIO MASSAHARU MARUBAYASHI
Sementes Hortec - Bragança Paulista

Botucatu, 27 de agosto de 2019.

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida.

Dedico aos meus pais, Pedro e Helena. Ao meu irmão, Pedro Gabriel. Ao meu amado namorado, Cleyton.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas – Campus de Botucatu e ao Departamento de Proteção Vegetal, pela oportunidade da realização do curso de doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), - Código de Financiamento 001, pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan, pela orientação e ensinamentos que foram essenciais para o meu crescimento profissional.

A Prof. Dra. Renate Krause Sakate, também pela coorientação, sugestões e contribuições nesta pesquisa, por toda simpatia, educação e ensinamentos prestados.

A Coorientadora Dra. Mônica Fecury Moura, pelos momentos de conversa, pela paciência em me ensinar e me ouvir, pelos estímulos e contribuições nos ensaios.

A Prof. Dra. Márcia Maria Pereira Sartori, Prof. Dra Tatiane Maria Rodrigues e MSc. Stefany Cristina de Melo Silva, pela atenção e ideias que enriqueceram esse trabalho.

Aos integrantes do Laboratório de Virologia Vegetal: Késsia Pantoja, Felipe Barreto, Luís Watanabe, Bruno de Marchi, Vinícius Bello, Eduardo Gorayeb, Eduardo Vicentim, Eduardo de Souza, Viviane Egawa, Rafaela Ruschel, Isabela Gonçalves, Isabela Morcilo, Bianca Ito, Yago Alexandre, Leonardo Dovigo. Em especial ao Marcos Roberto pela amizade, companheirismo e ajuda nos trabalhos.

Aos colegas de Pós-Graduação pela agradável convivência. Em especial aos alunos do laboratório de Bacteriologia Vegetal: Daniele do Nascimento, João César, Marcelo Soman, Tadeu Fernandes, Luana Melo e Letícia Nogueira.

Aos professores do Programa de Pós-graduação - Proteção de Plantas, pelos ensinamentos.

Aos produtores que nos receberam em suas propriedades e gentilmente nos cederam as amostras necessárias para realização de nosso estudo.

Aos meus pais, Pedro Edivaldo Cruciol e Helena M. Dourado Cruciol, por terem me educado e incentivado em todas as minhas decisões. Por todo apoio prestado, me fazendo acreditar que eu era capaz de realizar esse sonho.

As minhas amigas Marli Koyanagui, Adriana Hernandez, Gabriela Christal e Paula Leite, pelos momentos de conversa, descontração e por toda a amizade.

Ao amado Cleyton, pela motivação nos momentos difíceis, pela paciência nas horas de estresse, pela cumplicidade, carinho e amor.

Ao meu irmão Pedro Gabriel D. Cruciol e minha cunhada Lara Lobregat, pela compreensão, auxílio e participação em todos os momentos de minha vida.

A toda minha família.

“Existe um momento na vida de cada pessoa que é possível sonhar e realizar nossos sonhos... E esse momento tão fugaz chama-se presente e tem a duração do tempo que passa”.

Mario Quintana

“No momento que você pensar em desistir, lembre-se de todos os motivos que levaram você aguentar firme por tanto tempo”.

desconhecido

RESUMO

A família Solanaceae é uma das mais importantes na agricultura, pois engloba culturas economicamente expressivas no Brasil e no mundo. Dentre os fatores que podem prejudicar a produção de solanáceas, destacam-se as viroses e a infestação por insetos. Diante dos aspectos de grande importância descritos acima a tese foi dividida em dois capítulos. O capítulo 1, trata-se do primeiro relato de groundnut ring spot virus em jiló Brasil, na qual, anormalidades foram observadas em campos de produção de jiló (*Solanum aethiopicum* L.) no interior de São Paulo região de Itápolis. Sintomas de anéis necróticos e concêntricos foram observados em folhas e frutos, típicos da infecção por vírus. As plantas foram submetidas a extração de RNA total e RT-PCR. Os amplicons foram purificados e sequenciados, confirmando a identidade de 99% com GRSV vírus foi identificado como groundnut ringspot virus (GRSV). Testes biológicos foram realizados em *Solanum melongena* cv. Napolitana, *S. melongena* cv. Napoli, *S. melongena* cv. Roma, *S. aethiopicum* cv. Morro Grande, *S. aethiopicum* cv. Comprido Verde Claro, *Datura stramonium*, *S. lycopersicum* Mariana, *Nicotiana tabacum* "TNN", *N. tabacum* Virgínia, *Capsicum annuum* 'Magali R' e *S. americanum*. Ao final de 30 dias, todas as espécies testadas apresentaram sintomas sistêmica, evidenciando a infecção viral. No capítulo 2 foi abordado o desempenho de espécies crípticas de *Bemisia tabaci* em cultivares de pimentão. Com a introdução da espécie Mediterranean no Brasil, também conhecida por biótipo Q, e tendo a informação de que ela é muito adaptada a cultura do pimentão e apresenta baixa suscetibilidade a diferentes inseticidas, foram testados genótipos de pimentão quanto ao desempenho e atratividade das espécies MEAM1 e MED. Os acessos IAC 1549, IAC 1551 e IAC 1544 apresentaram tolerância a espécie Mediterranean, por exibirem baixa eclosão de ovos, pouca emergência de adultos, e menor sobrevivência de insetos. Além disso, IAC 1549 e IAC 1551 foram pouco atrativos para MED. A espécie Mediterranean possui maior preferência e atratividade diante de MEAM1 em pimentão. A cultivar 'Dahra R' se destacou por apresentar baixa preferência por oviposição, pouca emergência de adultos e menor sobrevivência de MEAM1 e MED, além de, baixa eclosão de ninfas de MED. Dessa forma, conclui-se que existem materiais tolerantes a mosca-branca, ressaltando que o emprego de cultivares tolerantes podem ser uma alternativa aos produtores no manejo de mosca-branca,

além disso, há genótipos com potencial de serem integrados em programas de melhoramento, buscando o desenvolvimento de novas cultivares tolerantes a mosca-branca.

Palavras chave: GRSV, *Solanum aethiopicum* L., *Orthospovirus*, inseto-vetor, *Capsicum*, não-preferência.

ABSTRACT

The Solanaceae family is one of the most important in agriculture, since it encompasses economically expressive cultures in Brazil and in the world. Among the factors that may impair the production of solanaceous we can cite the viruses and the insect infestations. Faced with the aspects of great importance the thesis was divided into three chapters. Chapter 1, we describe the first report of groundnut ringspot virus in scarlet eggplant Brazil, in which abnormalities were observed in fields of scarlet eggplant (*Solanum aethiopicum* L.) in the interior of São Paulo region of Itápolis. Symptoms of necrotic and concentric rings were observed on leaves and fruits, typical of virus infection. The plants were submitted to extraction of total RNA and RT-PCR. The amplicons were purified and sequenced, confirming the 99% identity with groundnut ringspot virus (GRSV). Biological tests were performed in *Solanum melongena* cv. Napolitana, *S. melongena* cv. Napoli, *S. melongena* cv. Roma, *S. aethiopicum* cv. Morro Grande, *S. aethiopicum* cv. Comprido Verde Claro, *Datura stramonium*, *S. lycopersicum* Mariana, *Nicotiana tabacum* "TNN", *N. tabacum* Virgínia, *Capsicum annuum* 'Magali R' e *S. americanum*. At the end of 30 days, all species tested had systemic infection. In chapter 2, the performance of critical species of *Bemisia tabaci* in sweet pepper cultivars was addressed. With the introduction of the Mediterranean species in Brazil, also known as Q biotype, and having the information that it is very adapted to the pepper crop and has low susceptibility to different insecticides, pepper genotypes were tested for the performance and attractiveness of MEAM1 species. and MED. The accessions IAC 1549, IAC 1551 and IAC 1544 showed tolerance to Mediterranean species, because they exhibit low hatching of eggs, little adult emergence, and lower insect survival. In addition, IAC 1549 and IAC 1551 were unattractive to MED. The Mediterranean species has greater preference and attractiveness over MEAM1 in sweet pepper. The cultivar 'Dahra R' stood out for its low preference for oviposition, low emergence of adults and lower survival of MEAM1 and MED, besides low hatching of MED nymphs. Thus, it is concluded that there are tolerant species to whitefly, emphasizing that the use of tolerant cultivars may be an alternative to producers in the management of whitefly, and there are genotypes with potential to be integrated in breeding programs. seeking the development of new whitefly tolerant cultivars.

Keywords: GRSV, *Solanum aethiopicum* L., *Orthospovirus*, insect-vector, *Capsicum*, no-preference

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
CAPÍTULO 1 - FIRST REPORT OF GROUNDNUT RINGSPOT VIRUS IN SCARLET EGGPLANT IN BRAZIL	30
Acknowledgements	31
References	31
CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO DE ESPÉCIES CRÍPTICAS DE <i>BEMISIA TABACI</i> EM CULTIVARES DE PIMENTÃO	32
Resumo	32
1. Introdução	33
2. Material e métodos.....	34
2.1. Identificação e criação de espécies de mosca-branca.....	34
2.2. Teste com livre escolha para MEAM1 e MED.....	35
2.3. Teste sem chance de escolha para MEAM1 e MED.....	35
2.4. Densidade de tricomas em microscópio eletrônico de varredura	36
2.5. Análise estatística	36
3. Resultados.....	36
3.1. Desempenho e atratividade de MED em genótipos de <i>Capsicum</i>	36
3.2. Desempenho e atratividade de MEAM1 e MED em cultivares comerciais de pimentão.....	37
3.2.1. Número de ovos.....	37
3.2.2. Eclosão	38
3.2.3. Número de adultos emergidos	38
3.2.4. Sobrevivência.....	38
3.3. Atratividade de <i>Bemisia tabaci</i> (MEAM1 e MED).....	40
3.4. Densidade de tricomas.....	41
4. Discussão	44
Agradecimentos	46
5. Referências	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	53

INTRODUÇÃO GERAL

A família Solanaceae ocorre em diversas partes do mundo e tem como centro de diversidade a América Central e do Sul, onde se tem a maior riqueza de espécies (D'ARCY, 1991). É um dos grupos de plantas mais importantes na agricultura e engloba espécies cultivadas como o tomate, berinjela, jiló, batata, pimentão e pimentas. Diversas doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus podem comprometer a produção de solanáceas, assim como também podem ser acometidas por diferentes insetos-praga, gerando grandes prejuízos aos produtores (KIMATI et al., 2005; GALLO et al., 2002).

Uma doença de grande importância no Brasil e que ocorre em solanáceas é o vira-cabeça do tomateiro, causada pelo gênero *Orthospovirus*, pertencente à família *Tospoviridae*, que apresenta o genoma RNA negativo. A doença foi relatada em 1915 na Austrália (BRITTLEBANK, 1919). E em 1930 foi nomeado o agente etiológico tomato spotted wilt virus (TSWV) que desde então é considerada a espécie tipo (SAMUEL et al., 1930; FAUQUET et al., 2005).

As infecções por *Orthospovirus* geram prejuízos, principalmente em se tratando de hortaliças e plantas ornamentais. Dependendo da espécie, o espectro de hospedeiros inclui um grande número de plantas de interesse econômico, além de plantas daninhas. As perdas são geradas não somente pela redução da produtividade, mas também pela deformação dos frutos refletindo diretamente na qualidade (PAPPU et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; ZHOU et al., 2011).

O *Groundnut ringspot virus* é uma das espécies de *Orthospovirus* prevalentes no Brasil tendo como importante vetor a espécie de tripes *Frankliniella schultzei* nas regiões produtoras e a alta eficiência de transmissão (NAGATA et al., 2004). Leão et al. (2014) identificaram a espécie GRSV infectando plantas comerciais de melancia (*Citrullus lanatus*) no estado de São Paulo. Camelo-Garcia et al. (2014) registraram a ocorrência de GRSV em plantas de amendoim forrageiro e Spadotti et al. (2014) publicaram o primeiro relato de GRSV em frutos de pepino no Brasil.

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) é um dos insetos-praga mais prejudiciais e invasivos e está difundido ao redor do mundo, causando perdas a várias culturas (De BARRO et al., 2011; LAPIDOT et al., 2014). Causa dano direto, por meio da alimentação no floema da planta e danos indiretos

pela excreção do *honeydew* na superfície das folhas e dos frutos, que favorece o crescimento do fungo *Capnodium* sp., sendo responsável por diminuição do potencial fotossintético das plantas, além disso, é um excelente vetor de vírus (NAVAS-CASTILLO et al., 2011).

Atualmente, *B. tabaci* é composta por um complexo de espécies crípticas, no qual há ao menos 44 espécies descritas em todo o mundo. Estas espécies englobam populações que são morfologicamente idênticas, podendo apresentar características biológicas e ecológicas diferentes, além de poderem ser diferenciadas pela análise do DNA mitocondrial do inseto (De BARRO et al., 2011; KANAKALA e GHANIM, 2019).

As espécies invasivas pertencentes a este complexo são: Middle East-Asia Minor 1 - MEAM1 (também referida por biótipo B) relatada no Brasil na década de 1990 (LOURENÇÃO e NAGAI, 1994) e a espécie Mediterranean, MED (conhecida como biótipo Q), identificada em 2014 no Brasil (BARBOSA et al. 2015).

B. tabaci MEAM1 é atualmente a espécie predominante e responsável por perdas de até 100% em diversas culturas. A espécie MED foi detectada até o momento nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e mais recentemente em Goiás, Mato Grosso e Espírito Santo (dados não publicados). Este inseto está muito relacionado a plantas ornamentais, coletadas em produções comerciais ou em floriculturas (MORAES et al., 2018; MORAES et al., 2017; BARBOSA et al., 2015).

A identificação da espécie críptica MED de *B. tabaci* no Brasil traz novas preocupações quanto aos problemas relacionados a este inseto e transmissor de vírus. Sabe-se que MED é muito adaptada a cultura do pimentão, tendo deslocado a espécie MEAM1 em áreas de cultivo desta espécie (SUN et al. 2013). E também, têm menor suscetibilidade às doses dos inseticidas imidacloprid, tiametoxam, pyriproxifen, entre outros, quando comparado à espécie MEAM1 (SUN et al. 2013).

Bemisia tabaci é uma vetora de vírus em diversas culturas. Atualmente no Brasil os problemas relacionados a vírus transmitidos por mosca-branca são mais graves na cultura do tomate, uma vez que predomina a espécie MEAM1 de mosca-branca, altamente adaptada a esta cultura (MARUBAYASHI et al. 2013). Porém, com a identificação da espécie MED e preferência por pimentão, faz-se necessário procurar fontes alternativas de controle da praga nesta cultura.

Diante dos aspectos de grande importância descritos acima a tese foi dividida em dois capítulos intitulados: 1) “**First report of *Groundnut rigspot virus* in scalet**

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Capítulo 1 - Trata-se do primeiro relato de groundnut rigspot virus infectando jiló no Brasil. O isolado causou infecção sistêmica em berinjela cvs. Napolitana, Napoli e Roma, em jiló cvs. Morro Grande e Comprido Verde Claro, em tomateiro cv. Mariana, em pimentão cv. Magali R, *Datura stramonium*, *Nicotiana tabacum* "TNN", *N. tabacum* Virgínia, e *S. americanum*.

Capítulo 2 - A cultivar comercial 'Dahra R' destacou-se por apresentar baixa preferência por oviposição, pouca emergência de adultos e menor sobrevivência de *Bemisia tabaci* MEAM1 e MED, além de, baixa eclodibilidade de ninfas de MED. Verificou-se potencial dos acessos IAC 1549, IAC 1551 e IAC 1544 para integrarem programas de melhoramento, buscando o desenvolvimento de novas cultivares tolerantes à mosca-branca.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. DA F., YUKI, V.A., MARUBAYASHI, J.M., DE MARCHI, B.R., PERINI, F.L., PAVAN, M. A., DE BARROS, D.R., GHANIM, M., MORIONES, E., NAVAS-CASTILLO, J. First report of *Bemisia tabaci* Mediterranean (Q biotype) species in Brazil. **Pest Manag. Sci.** 71, 501–504. 2015.

BARBOSA, J. C. et al. Occurrence of Tomato chlorosis virus in tomato crops in five Brazilian states. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 4, p. 256-258, 2011.

BRITTLEBANK, C.C. Tomato diseases. **Journal of the Department of Agriculture in Victoria**, Victoria, v.17, p. 1348-1352, 1919.

BROWN, J. K.; FROHLICH, D. R.; ROSELL R. C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annu Rev Entomol** 40: 511-534 1995.

BRUNNER, P. C.; FLEMING, C.; FREY, J. E. A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera: Thripidae) using direct sequencing and a PCR-RFLP-based approach. **Agric. For. Entomol.** 4:127–136. 2002.

BYRNE, F. J.; CASTLE, S.; PRABHAKER, N. TOSCANO, N.C. Biochemical study of resistance to imidacloprid in B biotype *Bemisia tabaci* from Guatemala. **Pest Management Science**, v. 59, p. 347-352, 2003.

BYRNE, D. N.; BELLOWS JUNIOR, T. S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 431-457, 1991.

CAMELO-GARCIA, V.M. et al. Occurrence of *Groundnut ringspot virus* on Brazilian peanut crops. **Journal of General Plant Pathology**. v. 80, n. 3, p. 282-286. 2014

CHO, J. J. *et al.* A multidisciplinary approach to management of *Tomato spotted wilt virus* in Hawaii. **Plant Disease**, Saint Paul, v.73, p.375-383, 1989.

CIUFFO, M. *et al.* Identification of *Dictyothrips betae* as the vector of *Polygonum ringspot virus*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 157, n. 2, p. 299-307, 2010.

COSTA, H. S.; BROWN, J. K. Variability in biological characteristics, isozyme patterns and virus transmission among populations of *Bemisia tabaci* Genn. in Arizona. **Phytopathology** 80: 880 1990.

D'ARCY, W.G. The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. In: Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution. Eds. Hawkes, J.G., Lester, R.N., Nee, M. and Estrada, N. 75-137. London: Kew Royal Botanical Gardens.1991.

DALTON, R. Whitefly infestations: The Christmas invasion. **Nature** (London, U. K.) 443: 898-900. 2006.

De BARRO, P. J.; LIU, S. S.; BOYKIN, L. M.; DINSDALE, A. B. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Ann Rev Entomol.** 56: 1–19. 2011.

De HAAN, P. *et al.* Molecular cloning and terminal sequence determination of the S and M RNAs of tomato spotted wilt virus. **Journal of General Virology**, London, v. 70, n. 12, p. 3469-3473, 1989.

De HAAN, P. *et al.* The S RNA segment of tomato spotted wilt virus has an ambisense character. **Journal of General Virology**, London, v. 71, n. 5, p. 1001-1007, 1991.

DINSDALE, A.; COOK, L.; RIGINOS, C.; BUCKLEY, Y. M.; DE BARRO, P. Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) mitochondrial cytochrome oxidase 1 to identify species level genetic boundaries. **Ann Entomol Soc Am.** 103: 196–208. 2010.

DOUGLAS, A. E: Honeydew. *Encyclopedia of Insects*, 2nd edn (ed by V.H. Resh and R.T. Cardé) p. 461–463, 2009.

DUSI, A. N. Manejo integrado de viroses em hortaliças. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo Integrado de doenças e pragas: hortaliças**. Viçosa: UFV, 2007. Cap. 5, p. 163- 187. 2007.

FAUQUET, C. M. et al. *Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses*. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. San Diego: **Elsevier Academic Press**, London, 1259 p. 2005.

FROHLICH, D. R.; TORRES-JEREZ, I.; BEDFORD, I. D.; MARKHAM, P. G.; BROWN, J. K. Phylogeographical analysis of the *Bemisia tabaci* species complex based on mitochondrial DNA markers. **Molecular Ecology** 8:1683– 1691. 1999.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p. 2002.

GAMARRA, H. A. et al. *Bemisia* *afer sensu lato*, a vector of Sweet potato chlorotic stunt virus. **Plant disease**, v. 94, n. 5, p. 510-514, 2010.

GAMEEL, O. I. Some aspects of the mating and oviposition behavior of the cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.). **Revista de Zoologia Africana**, v. 88, n. 4, p. 784-788, 1974.

GENNADIUS, P. Disease of the tobacco plantations in the Trikonion. The aleurodid of tobacco. **Ellenike Ga.** v.5, p.1-3, 1889.

GRILLE, G.; GAUTHIER, N.; BUENAHORA, J.; BASSO, C.; BONATO, O. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Argentina and Uruguay. **Phytoparasitica** 39: 235-238 2011.

GUEGUEN, G.; VAVRE, F.; GNANKINE, O.; PETERSCHMITT, M.; CHARIF, D.; CHIEL, E. Endosymbiont metacommunities, mtDNA diversity and the evolution of the *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) species complex. **Mol Ecol.** 19: 4365–4376. 2010.

GULLAN, P. J.; MARTIN, J. H. Sternorrhyncha (jumping plant-lice, whiteflies, aphids and scale insects). 2. ed. [s.l.] Academic Press. **Elsevier Science**, 2009.

HEINZ, K. M.; ZALOM, F. G. Variation in trichome-based resistance to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition on tomato. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 88, n. 5, p. 1494-1502, 1995.

HOROWITZ, A. R.; ISHAAYA, I. Chemical control of *Bemisia*-management and application. In: GERLING, D.; MAYER, R. T. (Ed.). **Bemisia 1995: taxonomy, biology, damage control and management**. Andover: Intercept Ltd., 1995. p. 537-556.

INOUE-NAGATA, A. K. Doenças viróticas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universitária de Lavras, 2013. p. 327-344.

JONES, D. R. Plant viruses transmitted by whiteflies. **European Journal of Plant Pathology**, London, v. 109, p. 195-219, 2003.

KANAKALA S, GHANIM M. Global genetic diversity and geographical distribution of *Bemisia tabaci* and its bacterial endosymbionts. **PLoS ONE** n.14. v.3.p.1-21. 2019.

KING, A. M. Q.; ADAMS, M. J.; CARSTENS, E. B.; LEFKOWITZ, E. J. Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. In: Ninth report of the International Committee on taxonomy of viruses. San Diego. **Elsevier Academic Press**. 2012.

KIKKERT, M. et al. *Tomato spotted wilt virus* particles morphogenesis in plant cells. **Journal of Virology**, Washington, v. 73, n. 3, p. 2288-2297, 1999.

KORMELINK, R. et al. The nucleotide sequence of the M RNA segment of tomato spotted wilt virus, a bunyavirus with two ambisense RNA segments. **J Gen Virol**, v. 73, p. 2795-2804, 1992.

KIMATI, H. et al. Manual de fitopatologia. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, 623 p.

LAPIDOT, M., et al. Management of whitefly-transmitted viruses in open-field production systems. In: *Advances in Virus Research*. Elsevier, p. 147–206. 2014.

LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p. 15-22, 2008.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991, v.2, 336p.

LAZAROWITZ, S.G. Geminiviruses: Genome structure and gene function. **Critical Reviews in Plant Sciences**. v.11, p.327-349, 1992.

LEÃO, E. U. 2015. Caracterização do *Groundnut ringspot virus* (GRSV) e seu vetor (*Frankliniella schultzei*) em melancia. 58 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu.

LIMA, M. F.; MICHEREFF FILHO, M. **Vira-cabeça do Tomateiro: Sintomas, Epidemiologia, Transmissão e Medidas de Manejo**. Embrapa: COMUNICADO TÉCNICO 110. Brasília-DF 2015.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n.1, p. 53-59, 1994.

MARUBAYASHI, J. M.; YUKI, V. A.; ROCHA, K. C. G.; MITUTI, T.; PELEGRINOTTI, F. M.; FERREIRA, F. Z.; PAVAN, M. A. At least two indigenous species of the *Bemisia*

tabaci complex are present in Brazil. **Journal of Applied Entomology**, 137, 113–121. 2013.

MICHEREFF-FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P.; LIZ, R. S. Pragas do tomateiro. In: CLEMENTE, F. M.V.T.; BOITEUX, L. S. (Org.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 265-300.

MORAES, L.A. et al. Distribution and phylogenetics of whiteflies and their endosymbiont relationships after the Mediterranean species invasion in Brazil. **Scientific Reports**. v. 8, p.1–13. 2018.

MORAES, L.A., et al. New invasion of *Bemisia tabaci* Mediterranean species in Brazil associated to ornamental plants. **Phytoparasitica**. v. 45, n. 4. 2017.

NAGATA, T. et al. The competence of four thrips species to transmit and replicate four tospoviruses. **Plant Pathology**, Chichester, v. 53, n. 2, p. 136-140, 2004.

NAGATA, T.; PETERS, D. An anatomical perspective of tospovirus transmission. In: HARRIS, K.; SMITH, O.P.; DUFFUS, J.E.; **Virus-insect-plant interactions**. San Diego: Academic Press. p. 143-166. 2001.

NAGATA, T. et al. Tissue tropism related to vector competence of *Frankliniella occidentalis* for *Tomato spotted wilt virus*. **Journal of General Virology**, London, v. 80, n. 2, p. 507-515, 1999.

NAUEN, R.; DENHOLM, I. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: current status and future prospects. *Arch. Insect Biochem. Physiol*, v. 58, p. 200-15, 2005.

NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVE, E.; SANCHEZ-CAMPOS, S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. **Ann Rev Phytopathol**. 2011; 49: 219–248.

OLIVEIRA, A.S. et al. Characterization of Bean necrotic mosaic virus: a member of a novel evolutionary lineage within the Genus *Tospovirus*. **PLoS One**, San Francisco, v.7, n.6, 2012.

OLIVEIRA, M. R. V.; SILVA, O. L. R. E. **Mosca-branca, *Bemisia argentifolli* (Homoptera: Aleyrodidae) e sua ocorrência no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 16 p. (Alerta Fitossanitário, 1).

OLIVEIRA, V. C. et al. A silencing suppressor protein (NSs) of a tospovirus enhances baculovirus replication in permissive and semipermissive insect cell lines. **Virus Research**, v. 155, n. 1, p. 259-267, 2011.

PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York: McMillan, 1951. 520 p.

PAPPU, H. R. et al. Global status of tospovirus epidemics in diverse cropping systems: successes achieved and challenges ahead. **Virus Res**, v. 141, n. 2, p. 219-236, 2009.

PAVAN, M. A., COSTA, A. S., KUROZAWA, C., FORTI, L. C., GUIMARÃES, A. M. Colonização do tomateiro e de ervas daninhas pelo tripses vetor do vírus do viracabeça do tomateiro. **Hort. Bras.**, v.11, n.2, p.122-125, 1993.

POLSTON, J.E.; DE BARRO, P.; BOYKIN, L. M. Transmission specificities of plant viruses with the newly identified species of the *Bemisia tabaci* species complex. **Pest Management Science**, p.3738, 2014

POZZER, L. et al. *Tospovirus*: uma visão atualizada. **Revisão Anual em Patologia de Plantas**, v. 4, p. 95-148, 1996.

PRABHAKER, N.; CASTLE, S.; HENNEBERRY, T. J.; TOSCANO, N. C. Assessment of cross-resistance potential to neonicotinoid insecticides in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 95, p. 535-543, 2005.

RABELLO, A. R. et al. Diversity analysis of *Bemisia tabaci* biotypes: RAPD, PCR-RFLP and sequencing of the ITS1 rDNA region. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirao Preto, v. 31, p. 585-590, 2008.

ROCHA, K. C. G. et al. Only the B biotype of *Bemisia tabaci* is present on vegetables in São Paulo State, Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, p. 120-123, jan. 2011.

SAMUEL, G. et al. Investigation on "spotted wilt" of tomatoes. Commonwealth of Australia, Council for Scientific and Industrial Research Bulletin, v. 44, 64 p, 1930.

SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A.; ALVARENGA, M. A. R. Pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universitária de Lavras, 2013. p. 355-412.

SILVA, L. D.; OMOTO, C.; BLICHER, E.; DOURADO, P. M. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 116-125, 2009.

SIMMONS, A. M. Oviposition on vegetables by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): temporal and leaf surface factors. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 23, n. 2, p. 381-389, 1994.

SMITH, C.M. **Plant resistance to arthropods**. Dordrecht, the Netherlands: Springer Science & Business, 2005. 423p

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, p. 79- 92, 2003.

SPADOTTI, D.M.A. et al. First report of *Groundnut ringspot virus* in cucumber fruits in Brazil. **New Diseases Report**, v. 29, p. 25-25, 2014.

STORMS, M. R. Circumcision and endocarditis prophylaxis. *Arch Pediatr Adolesc Med*, v. 152, n. 10, p. 1038-1039, 1998.

SUN, D.B.; LIU, Y.Q.; QIN, L.; XU, J.; LI, F.F.; LIU, S.-S. Competitive displacement between two invasive whiteflies: insecticide application and host plant effects. **Bull. Entomol. Res.** 103, 344–353. 2013.

TAKEDA, A. et al. Identification of a novel RNA silencing suppressor, NSs protein of *Tomato spotted wilt virus*. **FEBS Lett**, v. 532, n. 1-2, p. 75-79, 2002.

UEDA, S.; BROWN, J.K. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Japan by mitochondrial cytochrome oxidase I sequence analysis. **Entomology**, v. 34, p. 405-411, 2006.

VAN DE WETERING, F. et al. TSWV ingestion by first instar larvae *Frankiniella occidentalis* is a prerequisite for transmission. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, p. 900- 905, 1996.

VAN LENTEREN, J. C.; NOLDUS, P. J. Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects. In: GERLING, D. (Ed.). **Whiteflies: their bionomics, pest status and management**. Andover: Intercept, 1990. p. 47-89

VAN POELWIJK, F. et al. Detection of the L protein of tomato spotted wilt virus. **Virology**, Waltham, v. 197, n. 1, p. 468-470, 1993.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição dos insetos: bases para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 1055-1105.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARESINGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento-plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 737-781.

VIEIRA, S.S.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; BOFF, M.I.C.; GOBBI, A.L. Different timing of whitefly control and soybean yield. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p. 247-253, 2013.

VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C. **Manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistema de produção integrada de tomate indústria (PITI)**. Brasília, DF: EMBRAPA CNPH, 2009. 16 p. (Circular Técnica, 70).

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii***. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPH, 1997. 11 p. (Circular Técnica, 9).

WATANABE, L.F.M. et al. Performance and competitive displacement of *Bemisia tabaci* MEAM1 and MED cryptic species on different host plants. **Crop protection**, v. 124, 104860, 2019.

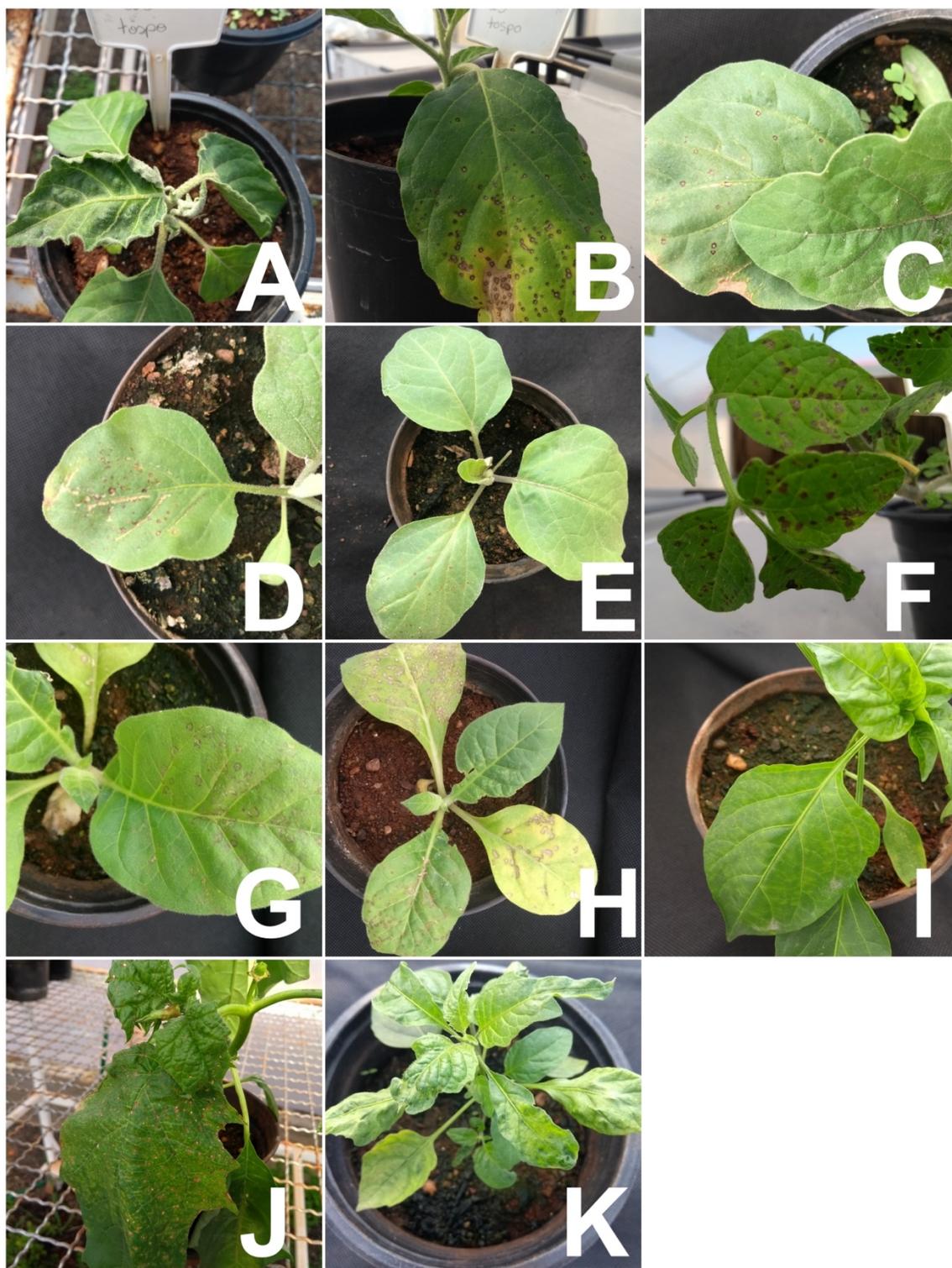
WHITFIELD, A. E. et al. Tospovirus-thrips interactions. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 43, p. 459-489, 2005.

WIJKAMP, I.; GOLDBACH, R.; PETERS, D. Propagation of tomato spotted wilt virus in *Frankliniella occidentalis* does neither result in pathological effects nor in transovarial passage of the virus. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 81, n. 3, p. 285-292, 1996.

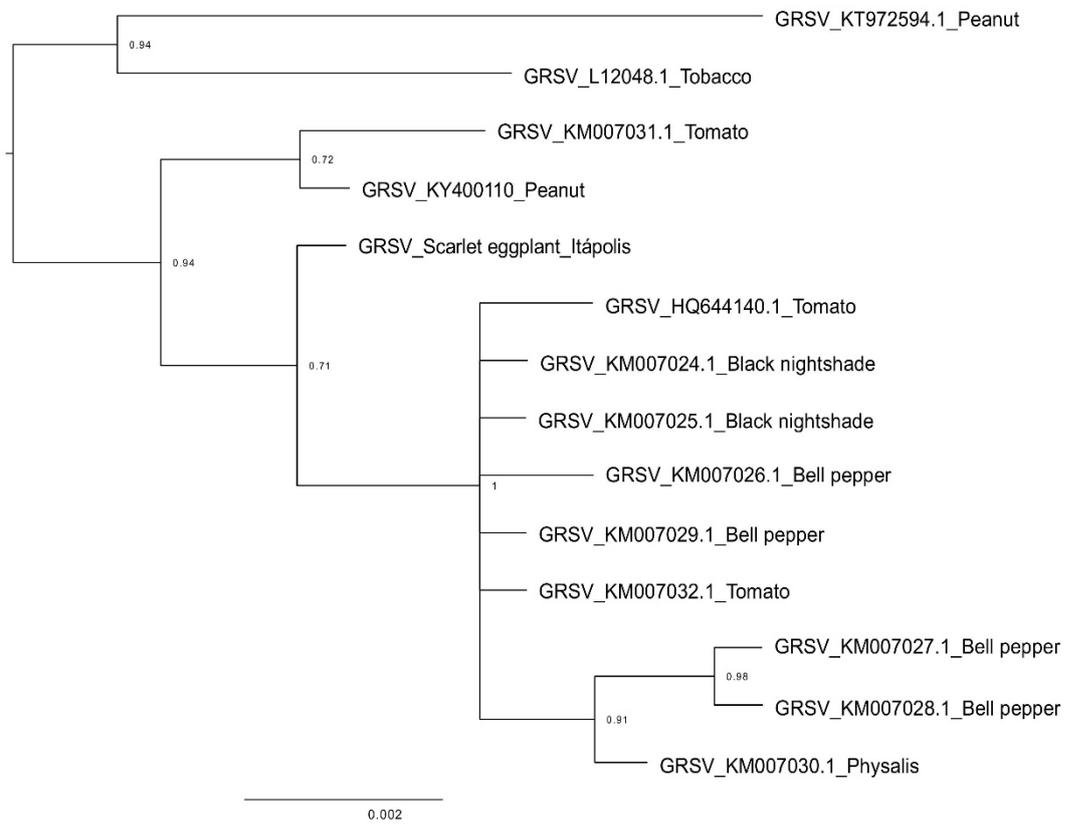
ZERBINI, F.M.; RIBEIRO, S.G.; ANDRADE, E.C.; LOPES, E.D.; FERNANDES, J.J.; FONTES, E.P.B. Identificação e taxonomia de novas espécies de vírus transmitidos por mosca-branca no Brasil. **O Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 151-152, 2002.

ZHOU, J. et al. Molecular characterization of a new tospovirus infecting soybean. **Virus Genes**, v. 43, n. 2, p. 289-295, 2011.

APÊNDICE A – Sintomas de groundnut ringspot virus observados em: *Solanum aethiopicum* cv. Morro Grande (A), *S. aethiopicum* cv. Comprido Verde Claro (B), *S. melongena* cv. Napolitana (C), *S. melongena* cv. Napoli (D), *S. melongena* cv. Roma (E), *S. lycopersicum* cv. Mariana (F), *Nicotiana tabacum* cv. Virginia (G), *N. tabacum* “TNN” (H), *Capsicum annuum* cv. Magali R (I), *Datura stramonium* (J), *S. americanum* (K).



APÊNDICE B - Árvore filogenética construída com base na sequência do gene N do isolado de groundnut ringspot virus de Itápolis e outros isolados de GRSV



APÊNDICE C – Características de cultivares e híbridos de pimentões comerciais

Cultivares	Frutos	Empresa
Cascadura (cv)	Verde/ vermelho	Horticeres
Magali R (híbrido)	Verde	Sakata
Rubia R (híbrido)	Verde/vermelho	Sakata
Dahra R (híbrido)	Verde/vermelho	Sakata
Barão (híbrido)	Amarelo	Feltrin
Beti R (híbrido)	Vermelho	Sakata
Amarelo (híbrido)	Amarelo	Feltrin
Rubi Gigante (cv)	Verde/vermelho	Feltrin
Yolo Wonder (cv)	Verde/vermelho	Isla
All Big (cv)	Verde	Horticeres