

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 31/07/2020.

FELIPE BARRETO DA SILVA

**EFEITOS DO CARLAVÍRUS *Cowpea mild mottle virus* EM CULTIVARES
DE SOJA**

Botucatu

2019

FELIPE BARRETO DA SILVA

**EFEITOS DO CARLAVÍRUS *Cowpea mild mottle virus* EM CULTIVARES
DE SOJA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

Orientadora: Dra. Renate Krause Sakate

Coorientadora: Dra. Cristiane Muller

Coorientadora: Dra. Márcia Maria Pereira Sartori

Botucatu

2019

S586e Silva, Felipe Barreto da
Efeitos do carlavírus Cowpea mild mottle virus em cultivares de soja / Felipe Barreto da Silva. -- Botucatu, 2019
69 p. : tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientadora: Renate Krause Sakate
Coorientadora: Cristiane Muller

1. Doenças de soja. 2. Necrose da haste. 3. Queima do Broto. 4. CPMMV. 5. TSV. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITOS DO CARLAVÍRUS Cowpea mild mottle virus EM CULTIVARES DE SOJA

AUTOR: FELIPE BARRETO DA SILVA

ORIENTADORA: RENATE KRAUSE SAKATE

COORDINADORA: CRISTIANE MÜLLER

COORDINADORA: MARIA MÁRCIA PEREIRA SARTORI

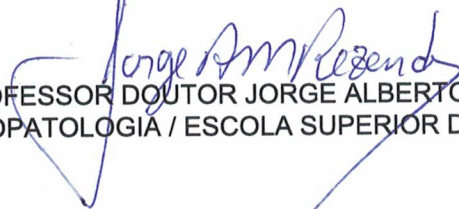
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Prof.^a Dr.^a RENATE KRAUSE SAKATE
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP



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



PROFESSOR DOUTOR JORGE ALBERTO MARQUES REZENDE
FITOPATOLOGIA / ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

Botucatu, 31 de julho de 2019

Aos meus amados pais,

Lidia e Adhemar,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre colocar em meu caminho oportunidades que me fazem crescer profissionalmente e espiritualmente.

Aos meus amados pais por todo amor, apoio e por nunca pouparem esforços para minha educação. A minha irmã Selma e meu irmão André pelo apoio e compreensão.

A Prof. Dra. Renate Krause Sakate, pela orientação, ensinamentos, amizade, paciência e por sempre confiar a mim responsabilidades que foram essenciais na minha formação acadêmica, e sendo fundamental importância para a conclusão dessa etapa.

A Corteva Agrosiences, pelo apoio técnico, estrutural e financeiro para a realização dessa dissertação, e a Dra. Cristiane Muller pela coorientação, amizade e por sempre apoiar e acreditar no meu trabalho.

A Prof. Dra. Marcia Maria Pereira Sartori pela coorientação e pelas ideias que enriqueceram esse trabalho.

A Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA – UNESP Botucatu) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Proteção de Plantas pelo apoio, oportunidade e formação.

Aos professores do Departamento de Proteção Vegetal por todos os ensinamentos durante a disciplina. A Profa. Dra. Regiane de Freitas Bueno por sempre me incentivar.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

Aos amigos e servidores do Departamento de Proteção Vegetal, Prof. Dr. Tadeu Antonio, Nivaldo Diez, Vanessa Carvalho por toda a ajuda durante o curso,

especialmente ao Marcelo Soman pelo apoio técnico e pela edição das pranchas de imagens.

Aos amigos do Laboratório de Virologia Vegetal, em especial ao Luis Fernando Maranhão Watanabe, Vinícius Henrique Bello por encararem milhares de quilômetros e horas de viagens para a condução dos experimentos de campo e Bruno Rossitto De Marchi que além das viagens foi muito solícito para a construção das árvores filogenéticas contidas nesse trabalho; Marcos Roberto Ribeiro Junior por desenhar ótimos primers; Eduardo Vicentin, Eduardo da Silva Gorayeb e Giovana Crusciol pela colaboração, paciência e pelos momentos de descontração.

A minha amiga e companheira Natalia Bevilaqua por sempre estar ao meu lado nos momentos de alegria e de dificuldades.

Aos meus amigos Raimundo Bevilaqua, Gizebel Cunha, Flavio Silva, Alisson Mello, Marcos Godoy, Elliton Souza e Bruno Paião que apesar da distância sempre me apoiaram e vibraram com minhas conquistas.

Enfim, a todos que de alguma forma participaram dessa jornada.

“Passarei por esse caminho apenas uma só vez; por isso, se existe qualquer bem ou gesto de bondade que eu possa fazer em benefício do ser humano, que eu faça já. Que eu não o adie ou negligencie, pois por aqui jamais passarei.”

Autor Desconhecido

RESUMO

Doenças causadas por vírus são importantes fatores contrários a produção de soja. Entre elas, a doença da necrose da haste causada pelo *Cowpea mild mottle virus* (CPMMV) e transmitida pela mosca-branca *Bemisia tabaci* já foi observada em todas as principais regiões produtoras de soja do Brasil e a queima do broto (*Tobacco streak virus* – TSV) que têm ocorrência mais restrita nas regiões dos Estados do Paraná e de São Paulo. Os impactos causados por ambas doenças à sojicultura brasileira ainda são desconhecidos. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do CPMMV nas cultivares de soja mais utilizadas nas principais áreas produtoras da região sudeste e centro-oeste do Brasil e avaliar, por sequenciamento de nova geração (NGS) a ocorrência de vírus em uma área comercial de soja na região de Mogi Mirim. Para avaliar os efeitos do CPMMV em cultivares de soja, os experimentos foram conduzidos durante a safra 2017/2018 em quatro regiões: Botucatu e Mogi Mirim no estado de São Paulo, Pedra Preta no estado do Mato Grosso e Planaltina no Distrito Federal. O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, com dois tratamentos: plantas infectadas artificialmente com CPMMV e plantas saudáveis, e cinco repetições. As parcelas compreenderam 6 linhas (5 m), 0,45 m entre linhas e uma média de 14 plantas por metro. Seis cultivares comerciais foram utilizadas e distribuídas de acordo com a frequência que elas são utilizadas nessas regiões. Para a infecção artificial, o vírus foi transmitido via tampão fosfatado 0.01 M, pH 7 em 200 plantas por parcela. A presença do vírus nos dois tratamentos foi avaliada através de técnicas de análise molecular usando primers específicos para o CPMMV. Foram avaliados: altura da planta na época da colheita, número de vagens por plantas, peso de mil grãos (g) e produtividade. Embora algumas variedades testadas apresentaram-se assintomáticas à infecção do vírus, o CPMMV reduziu significativamente os parâmetros agrônômicos avaliados, causando perdas na produtividade de 174 a 638 kg ha⁻¹ sacos por hectare, dependendo da cultivar. Evidência de transmissão do vírus por sementes também foi observada. Para a detecção e identificação de vírus presentes em uma área comercial de soja na região de Mogi Mirim, o estudo com sequenciamento de última geração identificou infecção mista de ilarvirus/carlavirus e carlavirus/tospovirus. Os resultados desse trabalho sugerem que o CPMMV pode ter um importante papel na redução da produtividade

da soja no Brasil e infecções assintomáticas podem estar mascarando o atual impacto desse patógeno na cultura. O uso de sequenciamento de última geração como ferramenta nos estudos de doenças que afetam a cultura da soja se mostrou eficaz para identificar vírus insuspeitos.

Palavras-chave: Doenças de soja. Necrose da haste. Queima do broto. CPMMV. TSV. Transmissão.

ABSTRACT

Diseases caused by virus are important constraints to soybean production. Among them, stem necrosis caused by *Cowpea mild mottle virus* (CPMMV) a whitefly-*Bemisia tabaci* transmitted were observed in all the main soybean producer areas in Brazil and the bud blight (*Tobacco streak virus* – TSV) occurs strictly in regions Parana and Sao Paulo States. The impacts caused by both diseases on soybean production are still unknown. Therefore, the goal of this study was to evaluate the effects of CPMMV on the major soybean cultivars used in the main growing areas of the Southern and the Midwestern regions of Brazil, and evaluate through next generation sequencing (NGS) the presence of virus in a commercial field of soybean in Mogi Mirim County. To evaluate the effects of CPMMV in soybean cultivars, the experiments were conducted during the 2017/2018 season in four regions: Botucatu and Mogi Mirim Counties, in the state of Sao Paulo, Pedra Petra County in the state of Mato Grosso and in Planaltina County, in the Federal District. The experimental design was completely randomised, with two treatments (plants infected by sap transmission and healthy plants) with five replications. The plot was comprised of six rows (5m), 0.45 m between rows and an average of 14 plants per meter. Six commercial cultivars were used and distributed according to the frequency that they are planted in those regions. For the field inoculation, the virus was readily sap-transmitted in soybean plants 30 d after sowing using infected leaves ground in phosphate buffer 0.01 M, pH 7, using approximately two hundred soybean plants per plot. The presence of the virus was detected by RT-PCR using primers specific for CPMMV. Plant height (cm), number of pods per plant, 1.000-grain weight and grain yield were evaluated during harvest time. Although some cultivars tested presented asymptomatic infection for the virus, CPMMV reduced significantly the agronomic traits evaluated, causing losses in the yield ranging from 3.9 to 10.7 bags per hectare, depending on the cultivar. Evidence of seed transmission of CPMMV was also observed. For the detection and identification of viruses presence in a commercial field in Mogi Mirim County, the study with next generation sequencing identified mixed infection of ilarvirus/carlavirus and calarvirus/tospovirus. The results of this study suggest that CPMMV can have an important role in yield reduction of soybean in Brazil, furthermore, asymptomatic infections might be hiding the actual impact of this pathogen in this crop. The use of

next generation sequencing as a tool in the studies of viral diseases that affects the soybean has showed to be a powerful to detect unsuspected viruses.

Keywords: Soybean disease. Stem necrosis. Bud blight. CPMMV. TSV. Transmission

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
REVISÃO DE LITERATURA	18
CAPÍTULO 1 - Effects of the carlavirus Cowpea mild mottle virus on soybean cultivars in Brazil	24
ABSTRACT	24
1.1 INTRODUCTION	25
1.2 MATERIAL AND METHODS	27
1.3 RESULTS	31
1.4 DISCUSSION	37
CONCLUSIONS.....	40
ACKNOWLEDGMENTS	41
REFERENCES	41
CAPÍTULO 2 - Natural infection of soybean plants by tospovirus, carlavirus and ilarvirus in Brazil	44
ABSTRACT	44
AKNOWLEGMENTS.....	54
REFERENCES	55
CAPÍTULO 3 - Uma ameaça oculta à soja: o carlavírus transmitido por mosca-branca, da necrose à ausência de sintomas	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura de grande importância econômica no Brasil, com um mercado interno de R\$ 2.7 bilhões e de US\$ 31 bilhões de exportação. O país é o segundo maior produtor mundial do grão, produzindo 114,095 milhões de toneladas em uma área cultivada de 33,914 milhões de hectares na safra 2016/2017 (HIRAKURI & LAZZAROTTO, 2014; CONAB, 2018). Na última década, houve um acréscimo em torno de 63,9% da área cultivada do grão no Brasil, com aumento da produtividade de 2.823 kg ha⁻¹ para 3.363 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

Diversas doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus podem comprometer a produção de soja. Já foram identificadas cerca de 40 doenças na cultura da soja no Brasil (EMBRAPA SOJA, 2013). No mundo, ao menos 34 viroses foram descritas infectando naturalmente a soja, e no Brasil, há relatos de pelo menos 15 delas (ALMEIDA, 2008; DE MARCHI *et al.*, 2018). Os vírus descritos em soja no Brasil pertencem aos gêneros: *Alfavirus*, *Begomovirus*, *Carlavirus*, *Comovirus*, *Illavirus* e mais recentemente também um orthotospovirus foi descrito nesta cultura (DE MARCHI *et al.*, 2018; FONTES *et al.*, 2019).

Há poucos estudos no Brasil acerca dos principais prejuízos ocasionados por estes vírus, e os trabalhos publicados são, em geral, do final dos anos 1990 e início dos anos 2000. O melhoramento de soja é bastante dinâmico e novos cultivares são lançados anualmente visando aumento do potencial produtivo e resistência a doenças. Deste modo, este trabalho teve como finalidade estudar o impacto da espécie *Cowpea mild mottle virus* – CPMMV (*Carlavirus*, *Betaflexiviridae*) na produção dos cultivares atualmente mais plantados de soja nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (Capítulo 1), bem como identificar os vírus presentes em uma área comercial de soja na região de Mogi Mirim, com a detecção por sequenciamento de última geração. Foi constatada a infecção mista de ilarvirus/carlavirus e carlavirus/tospovirus (Capítulo 2). No capítulo 3 estão descritos os principais sintomas atualmente associados ao CPMMV em soja, uma vez que o CPMMV, cuja doença é conhecida como necrose da haste, não ocasiona mais este sintoma típico nos cultivares atualmente plantados no Brasil e sua presença no campo pode estar sendo subestimada.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 and by grants from Corteva™ Agrisciences and FAPESP (process number 2017/21588-7). F.B.S. is recipient of CNPq scholarships. R.K.S. is a CNPq research fellow.

REFERENCES

- Almeida AMR, 2008. Viroses da soja no Brasil: sintomas, etiologia e controle. *Serie Documentos* **306**, 1–62.
- Almeida AMR, Piuga FF, Kitajima EW *et al.*, 2003. Necrose da haste da soja. *Serie Documentos* **221**, 1–48.
- Almeida AMR, Piuga FF, Marin SRR *et al.*, 2005. Detection and partial characterization of a carlavirus causing stem necrosis of soybean in Brazil. *Fitopatologia Brasileira* **30**, 191–194.
- Arias CAA, Almeida AMR, Mituti T, Kitajima EW, 2015. Inheritance of tolerance to Cowpea Mild Mottle Virus in soybean. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* **15**, 132–138.
- De Barro PJ, Liu S-S, Boykin LM, Dinsdale AB, 2011. *Bemisia tabaci*: A Statement of Species Status. *Annual Review of Entomology* **56**, 1–19.
- Bello VH, Fernando L, Watanabe M *et al.*, 2019. Evidence for increased efficiency of virus transmission by populations of Mediterranean species of *Bemisia tabaci* with high *Hamiltonella* prevalence. *Phytoparasitica* **1**.
- Brasil, 2019. *Instrução Normativa N°16, de 4 de Junho de 2019*. Brasília.
- Brito M, Fernández-Rodríguez T, Garrido MJ, Mejías A, Romano M, Marys E, 2012. First report of cowpea mild mottle carlavirus on yardlong bean (*vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) in venezuela. *Viruses* **4**, 3804–3811.
- Brunt AA, Kenten RH, 1973. Cowpea mild mottle, a newly recognized virus infecting cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Ghana. *Annals of Applied Biology* **74**, 67–74.
- CEPEA, 2019. *Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada*.
- Conab, 2018. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2018. *Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília*, 1–148.
- Concepts and StatView, 1987. *StatView II*. Berkeley, CA: Abacus Concepts Inc.
- Costa, AS; Gaspar, JO; Vega J, 1983. Mosaico angular do feijão jalo causado por

- um carlavírus transmitido pela mosca branca *Bemisia tabaci*. *Fitopatologia Brasileira* **8**, 325–327.
- Hirakuri M, Lazzarotto J, 2014. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. *Serie Documentos* **349**, 1–70.
- Horowitz AR, Ishaaya I, 2014. Dynamics of biotypes B and Q of the whitefly *Bemisia tabaci* and its impact on insecticide resistance. *Pest ma* **2014**, 1568–1572.
- Inoue-Nagata AK, Carvalho CM, Zerbini FM, Rezende JAM, Krause-Sakate R, Nagata T, 2016. Vírus Transmitidos por Mosca-Branca no Brasil: Vetores, Principais doenças e Manejo. *RAPP* **24**, 7–29.
- Iwaki M, Thongmeekoom P, Prommin M, Honda Y, Hibi T, 1982. Whitefly Transmission and Some Properties of Cowpea Mild Mottle Virus on Soybean in Thailand. *Plant Disease*, 66:365-368.
- Kearse M, Moir R, Wilson A *et al.*, 2012. Geneious Basic : An integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics Applications Note* **28**, 1647–1649.
- King A, Adams M, Carstens E, Lefkowitz E, 2011. Virus taxonomy: ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. *Elsevier-Academic Press*.
- Lapidot M, Legg JP, Wintermantel WM, Polston JE, 2014. Management of Whitefly-Transmitted Viruses in Open-Field Production Systems. In: *Control of Plant Virus Diseases*. Elsevier Inc., 147–206.
- Lourenção. AL; Yuki, VA; Alves S, 1999. Epizootia de *Aschersonia cf . goldiana* em *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) Biótipo B no Estado de São Paulo. *An Soc Entomol Brasil* **28**, 343–345.
- De Marchi BR, Bello VH, Watanabe LFM *et al.*, 2018. Characterization and complete genome sequence of groundnut ringspot orthotospovirus in soybean in Brazil. *Journal of Plant Pathology*, 42161.
- De Marchi BR, Marubayashi JM, Favara GM *et al.*, 2017. Comparative transmission of five viruses by *Bemisia tabaci* NW2 and MEAM1. *Tropical Plant Pathology* **42**, 495–499.
- Marubayashi JM, Yuki VA, Wutke EB, 2010. Transmissão do Cowpea mild mottle virus pela mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B para plantas de feijão e soja. *Summa Phytopathologica* **36**, 158–160.
- Moraes LA, Muller C, Freitas Bueno RCO *et al.*, 2018. Distribution and phylogenetics of whiteflies and their endosymbiont relationships after the Mediterranean species invasion in Brazil. *Scientific reports* **8**, 14589.
- Navas-Castillo J, Fiallo-Olivé E, Sánchez-Campos S, 2011. Emerging Virus Diseases Transmitted by Whiteflies. *Annual Review of Phytopathology* **49**, 219–248.
- Tamai, MA; Martins, MC; Lopes P, 2006. Perda de produtividade em cultivares de soja causada pela mosca-branca no cerrado baiano. *Comunicado Técnico* **21**, Fundação BA, 7p.

- USDA, 2019. Oilseeds: World Markets and Trade. *Foreign Agriculture Service USDA, Office of Global Analysis*, 1–39.
- Watanabe LFM, Bello VH, De Marchi BR *et al.*, 2019. Performance and competitive displacement of *Bemisia tabaci* MEAM1 and MED cryptic species on different host plants. *Crop Protection* **124**, 1–6.
- Yadav MK, Biswas KK, Lal SK, Baranwal VK, Jain RK, 2013. A Distinct Strain of Cowpea mild mottle virus Infecting Soybean in India. *Journal of Phytopathology* **161**, 739–744.
- Yao FL, Zheng Y, Huang XY *et al.*, 2017. Dynamics of *Bemisia tabaci* biotypes and insecticide resistance in Fujian province in China during 2005-2014. *Scientific Reports* **7**, 1–12.
- Zanardo LG, Carvalho CM, 2017. Cowpea mild mottle virus (Carlavirus, Betaflexiviridae): a review. *Tropical Plant Pathology* **42**, 417–430.
- Zanardo LG, Silva FN, Bicalho AAC *et al.*, 2014a. Molecular and biological characterization of Cowpea mild mottle virus isolates infecting soybean in Brazil and evidence of recombination. *Plant Pathology* **63**, 456–465.
- Zanardo L, Silva F, Lima A *et al.*, 2014b. Molecular variability of cowpea mild mottle virus infecting soybean in Brazil. *Archives of Virology* **159**, 727–737.

REFERENCES

- Adams IP, Fox A, Boonham N, Massart S (2018) The impact of high throughput sequencing on plant health diagnostics. *Eur J Plant Pathol*
- Almeida AMR (2008) Viroses da soja no Brasil: sintomas, etiologia e controle. *Ser Doc* 306:1–62
- Almeida AMR, Piuga FF, Kitajima EW, et al (2003) Necrose da haste da soja. *Ser Doc* 221:1–48
- Almeida AMR, Sakai J, Hanada K, et al (2005) Biological and Molecular Characterization of an Isolate of Tobacco streak virus Obtained from Soybeans in Brazil. *Fitopatol Bras* 30:366–373
- Costa AS, Carvalho AMB (1961) Studies on Brazilian tobacco streak. *Phytopathologische Zeitschrift* 42:113–138
- De Marchi BR, Bello VH, Watanabe LFM, et al (2018) Characterization and complete genome sequence of groundnut ringspot orthotospovirus in soybean in Brazil. *J Plant Pathol* 42161. doi: 10.1007/s42161-018-0172-1
- De Marchi BR, Marubayashi JM, Favara GM, et al (2017) Comparative transmission of five viruses by *Bemisia tabaci* NW2 and MEAM1. *Trop Plant Pathol* 42:495–499. doi: 10.1007/s40858-017-0186-9
- Dutta M, Ali A, Melcher U (2015) Detection , discrimination and discovery of a new Tobacco streak virus strain. *J Virol Methods* 221:15–21. doi: 10.1016/j.jviromet.2015.03.025
- Eiras M, Resende RO, Missiaggia AA, Ávila ACDE (2001) RT-PCR and dot blot hybridization methods for a universal detection of tospoviruses. *Fitopatol Bras* 26:170–175
- Fontes MG, da Silva GFA, Lima MF, et al (2019) First report of groundnut ringspot orthotospovirus infecting soybeans in Brazil. *Embrapa Hortaliças-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)*
- Ghanekar AM, Schwenk FW (1973) Seed Transmission and Distribution of Tobacco streak Virus in Six Cultivars of Soybeans. *Phytopatology* 64:112–114
- Greber RS, Klose MJ, Teakle DS (1991) High incidence of tobacco streak virus in tobacco and its transmission by *Microcephalothrips abdominalis* and pollen from *Ageratum houstonianum*. *Plant Dis* 75:450–452
- Irizarry MD, Pathology P, Groves CL, Pathology P (2016) Re-emergence of Tobacco streak virus Infecting Soybean in the United States and Canada. 17:92–94
- Kaiser WJ, Wyatt SD, Pesho GR (1982) Natural hosts and vectors of tobacco streak virus in eastern Washington. *Phytopatology* 72:
- King A, Adams M, Carstens E, Lefkowitz E (2011) Virus taxonomy: ninth report of the

International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier-Academic Press

Klose MJ, Sdooddee R, Teakle DS, et al (1996) Transmission of Three Strains of Tobacco Streak Ilarvirus by Different Thrips Species Using Virus-infected Pollen. *J Phytopathol* 144:281–284

Kreuze JF, Perez A, Untiveros M, et al (2009) Complete viral genome sequence and discovery of novel viruses by deep sequencing of small RNAs : A generic method for diagnosis , discovery and sequencing of viruses. *Virology* 388:1–7. doi: 10.1016/j.virol.2009.03.024

Pallas V, Aparicio F, Herranz MC, et al (2013) The Molecular Biology of Ilarviruses. In: *Advances in Virus Research*, 1^o edn. Elsevier Inc., p 139–181

Sdooddee R, Teakle DS (1987) Transmission of tobacco streak virus by Thrips tabaci : a new method of plant virus transmission. *Plant Pathol* 36:377–380

Zanardo L, Silva F, Lima A, et al (2014a) Molecular variability of cowpea mild mottle virus infecting soybean in Brazil. *Arch Virol* 159:727–737. doi: 10.1007/s00705-013-1879-0

Zanardo LG, Silva FN, Bicalho AAC, et al (2014b) Molecular and biological characterization of Cowpea mild mottle virus isolates infecting soybean in Brazil and evidence of recombination. *Plant Pathol* 63:456–465. doi: 10.1111/ppa.12092

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O CPMMV é capaz de reduzir a produtividade da soja.

Os sintomas foliares do CPMMV em soja são variáveis de acordo com a cultivar, podendo ser de clorose, bolhas, enrugamento ou até mesmo assintomáticos.

Os danos causados pelo CPMMV devem ser observados pela avaliação dos aspectos agrônômicos da cultura e não somente através dos sintomas foliares.

O TSV encontrado infectando soja no Brasil é filogeneticamente próximo ao TSV da Austrália.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. R. et al. Epidemiological studies on Soybean mosaic virus in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p. 401–407, 1994.
- ALMEIDA, A. M. R. et al. **O vírus da queima do broto da soja no Brasil: etiologia, epidemiologia e controle**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo. Documentos 85, 1995.
- ALMEIDA, A. M. R. et al. Necrose da haste da soja. **Serie Documentos**, v. 221, p. 1–48, 2003.
- ALMEIDA, A. M. R. et al. Detection and partial characterization of a carlavirus causing stem necrosis of soybean in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 191–194, 2005.
- ALMEIDA, A. M. R. Viroses da soja no Brasil: sintomas, etiologia e controle. **Serie Documentos**, v. 306, p. 1–62, 2008.
- ALMEIDA, A. M. R.; MIRANDA, L. C. Ocorrência de vírus do mosaico comum da soja no estado do Paraná e sua transmissibilidade por semente. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, p. 293–297, 1979.
- BOL, J. F. Alfalfa mosaic virus and ilarviruses : involvement of coat protein in multiple steps of the replication cycle. **Journal of General Virology**, v. 80, n. 1999, p. 1089–1102, 1999.
- BRITO, M. et al. First report of cowpea mild mottle carlavirus on yardlong bean (*vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) in venezuela. **Viruses**, v. 4, n. 12, p. 3804–3811, 2012.
- BRUNT, A. A.; KENTEN, R. H. Cowpea mild mottle, a newly recognized virus infecting cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Ghana. **Annals of Applied Biology**, v. 74, n. 1, p. 67–74, 1973.
- CELLI, M. G. et al. First report of Cowpea mild mottle virus in chia (*Salvia hispanica*). **Crop Protection**, v. 89, p. 1–5, 2016.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2018. **Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília**, p. 1–148, 2018.
- COSTA, AS; GASPAR, JO; VEGA, J. Mosaico angular do feijão jalo causado por um carlavirus transmitido pela mosca branca *Bemisia tabaci*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 8, p. 325–327, 1983.
- COSTA, A. S. The relationship between American tobacco streak and Brazilian “necrose branca” or “couve”. **Phytopathology**, v. 35, p. 1029–1030, 1945.
- COSTA, A. S.; CARVALHO, A. M. B. Studies on Brazilian tobacco streak.

Phytopathologische Zeitschrift, v. 42, p. 113–138, 1961.

COSTA, A. S.; LIMA NETO, V. C. Transmissão do vírus da necrose branca do fumo pro *Frankliniella* sp. In: **Resumos, IX Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Campinas, SP**. [s.l.: s.n.].

COSTA, A. S.; MIYASAKA, S.; D'ANDREA, A. J. P. Queima dos brotos da soja, uma moléstia causada pelo vírus da necrose branca do fumo ou couve. **Bragantia**, v. 14, p. VII–X, 1955.

DE MARCHI, B. R. et al. Characterization and complete genome sequence of groundnut ringspot orthotospovirus in soybean in Brazil. **Journal of Plant Pathology**, p. 42161, 2018.

FONTES, M. G. et al. First report of groundnut ringspot orthotospovirus infecting soybeans in Brazil. **Embrapa Hortaliças-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)**, 2019.

GHANEKAR, A. M.; SCHWENK, F. W. Seed Transmission and Distribution of Tobacco streak Virus in Six Cultivars of Soybeans. **Phytopatology**, v. 64, p. 112–114, 1973.

GREBER, R. S.; KLOSE, M. J.; TEAKLE, D. S. High incidence of tobacco streak virus in tobacco and its transmission by *Microcephalothrips abdominalis* and pollen from *Ageratum houstonianum*. **Plant Disease**, v. 75, p. 450–452, 1991.

HIRAKURI, M.; LAZZAROTTO, J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Serie Documentos**, v. 349, p. 1–70, 2014.

HORN, N. M.; SALEH, N.; BALIADI, Y. Cowpea mild mottle virus could not be detected by ELISA in soybean and groundnut seeds in Indonesia. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 97, n. 2, p. 125–127, 1991.

IRIZARRY, M. D. et al. Re-emergence of Tobacco streak virus Infecting Soybean in the United States and Canada. v. 17, n. 2, p. 92–94, 2016.

IWAKI, M. et al. Whitefly Transmission and Some Properties of Cowpea Mild Mottle Virus on Soybean in Thailand. **Plant Disease**, p. 66:365-368, 1982.

KAISER, W. J.; WYATT, S. D.; PESHO, G. R. Natural hosts and vectors of tobacco streak virus in eastern Washington. **Phytopatology**, v. 72, n. 1508–1512, 1982.

KING, A. et al. Virus taxonomy: ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. **Elsevier-Academic Press**, 2011.

KLOSE, M. J. et al. Transmission of Three Strains of Tobacco Streak Virus by Different Thrips Species Using Virus-infected Pollen. **Journal of Phytopathology**, v. 144, p. 281–284, 1996.

LIMA NETO, V. C.; COSTA, A. S. Influência da idade da planta e número de vetores

na transmissão do mosaico comum da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, p. 397–400, 1979.

MARTELLI, G. P. et al. Family Flexiviridae : A Case Study in Virion and Genome Plasticity. **Annual Review of Phytopathology**, v. 45, p. 73–100, 2007.

MARUBAYASHI, J. M.; YUKI, V. A.; WUTKE, E. B. Transmissão do Cowpea mild mottle virus pela mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B para plantas de feijão e soja. **Summa Phytopathologica**, v. 36, p. 158–160, 2010.

MENZEL, W.; WINTER, S.; VETTEN, H. J. Complete nucleotide sequence of the type isolate of Cowpea mild mottle virus from Ghana. **Archives of Virology**, v. 155, n. 12, p. 2069–2073, 2010.

MUNIYAPPA, V.; REDDY, D. V. R. Transmission of Cowpea Mild Mottle Virus by *Bemisia tabaci* in a Nonpersistent Manner. **Plant Disease**, v. 67, n. 4, p. 391–393, 1983.

NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVÉ, E.; SÁNCHEZ-CAMPOS, S. Emerging Virus Diseases Transmitted by Whiteflies. **Annual Review of Phytopathology**, v. 49, n. 1, p. 219–248, 2011.

PALLAS, V. et al. The Molecular Biology of Iarviruses. In: **Advances in Virus Research**. 1. ed. [s.l.] Elsevier Inc., 2013. v. 87p. 139–181.

RABEDEAUX, P. F. et al. Seasonal Progression and Agronomic Impact of Tobacco streak virus. **Plant Disease**, v. 89, n. 4, p. 391–396, 2005.

SILVA, M. F.; ALMEIDA, Á. M. R.; ARIAS, C. A. A. Avaliação de Danos Causados por Duas Estirpes do Soybean mosaic virus em Duas Cultivares de Soja *. v. 28, n. 6, p. 597–601, 2003.

SOJA, E. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2014**. [s.l.: s.n.].

SPECHT, J. E. et al. Soybean. In: **Yield Gains in Major U.S. Field Crops**. [s.l.: s.n.]. v. 59901p. 311–356.

THOUVENEL, J. C.; MONSARRAT, A.; FAUQUET, C. Isolation of Cowpea Mild Mottle Virus From Diseased Soybean in the Ivory Coast. **Plant Disease**, v. 66, n. 4, p. 336, 1982.

ZANARDO, L. G. et al. Molecular and biological characterization of Cowpea mild mottle virus isolates infecting soybean in Brazil and evidence of recombination. **Plant Pathology**, v. 63, n. 2, p. 456–465, 1 abr. 2014.