**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Danos causados por Groundnut ringspot virus (GRSV) e Physalis rugose
mosaic virus (PhyRMV), em infecções simples e mista, em plantas de
Physalis peruviana L.**

Heron Delgado Kraide

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de concentração: Fitopatologia

**Piracicaba
2021**

Heron Delgado Kraide
Engenheiro agrônomo

Danos causados por Groundnut ringspot virus (GRSV) e Physalis rugose mosaic virus (PhyRMV), em infecções simples e mista, em plantas de *Physalis peruviana* L.
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JORGE ALBERTO MARQUES REZENDE**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de concentração: Fitopatologia

Piracicaba
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Kraide, Heron Delgado

Danos causados por *Groundnut ringspot virus* (GRSV) e *Physalis rugose mosaic virus* (PhyRMV), em infecções simples e mista, em plantas de *Physalis peruviana* L / Heron Delgado Kraide. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2021.

41 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Tospovirus 2. Sobemovirus 3. *Physalis peruviana* L. I. Título

RESUMO

Danos causados por Groundnut ringspot virus (GRSV) e Physalis rugose mosaic virus (PhyRMV), em infecções simples e mista, em plantas de *Physalis peruviana* L.

A fisális (*Physalis peruviana* L.), pertencente à família Solanaceae, originária da região Andina da América do Sul é uma planta exótica cujo cultivo tem ampliado no Brasil. Como outras solanáceas, as plantas de *P. peruviana* estão sujeitas a uma série de doenças que podem ser causadas por fungos, bactérias, vírus etc. Algumas viroses emergentes estão afetando a cultura e causando preocupação aos produtores. Até o momento cinco vírus foram relatados infectando naturalmente plantas de *P. peruviana* no Brasil, dois do gênero *orthospovirus*, o tomato chlorotic spot virus (TCSV) e o groundnut ringspot virus (GRSV), transmitidos de maneira persistente propagativa por espécies de tripses (*Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei* e *Thrips tabaci*), dois do gênero *potyvirus*, o potato virus Y (PVY) e o pepper yellow mosaic virus (PepYMV), transmitidos por afídeos de maneira não-persistente, e o *sobemovirus* *physalis* rugose mosaic virus (PhyRMV), cujo vetor ainda é desconhecido. Apesar dos relatos recentes, pouco se sabe sobre os danos causados por esses patógenos e estratégias de manejo das doenças no campo. Por isso, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar os danos causados por GRSV e PhyRMV em plantas de *P. peruviana*, em infecções simples e mista. Adicionalmente avaliaram-se as transmissões dos dois vírus por sementes dessa solanácea e a partir do solo. Plantas infectadas com o GRSV e o PhyRMV apresentaram reduções significativas na altura, pesos fresco e seco e produção de frutos, quando comparadas com as plantas sadias. No caso da produção, os pesos médios dos frutos colhidos de plantas infectadas com o GRSV e o PhyRMV foram 54,4% e 90,8% inferiores aos das plantas sadias, respectivamente. A infecção das plantas com os dois vírus teve efeito sinérgico resultando em ausência de produção. Nenhum dos vírus foi transmitido por sementes. Somente o PhyRMV foi transmitido através de solo.

Palavras-chave: Tospovirus, Sobemovirus, Solanaceae

ABSTRACT

Evaluation of the damage caused by Groundnut ringspot virus (GRSV) and Physalis rugose mosaic virus (PhyRMV), in single and mixed infections, in plants of *Physalis peruviana* L.

Physalis peruviana L., belonging to the Solanaceae family, originating from the Andean region of South America, is an exotic plant whose cultivation has expanded in Brazil. Like other nightshades, *P. peruviana* plants are subject to several diseases that can be caused by fungi, bacteria, viruses, etc. Some emerging viruses are affecting the crop and causing concern to farmers. To date, five viruses have been reported to infect *P. peruviana* plants in Brazil naturally, two of the orthospovirus genus, the tomato chlorotic spot virus (TCSV) and the groundnut ringspot virus (GRSV), transmitted in a persistent propagative manner by thrips (*Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei* and *Thrips tabaci*), two of the potyvirus genus, Potato virus Y (PVY) and pepper yellow mosaic virus (PepYMV), transmitted by aphids in a non-persistent manner, and the sobemovirus physalis rugose mosaic virus (PhyRMV), whose vector is still unknown. Despite recent reports, little is known about the damage caused by these pathogens and disease management strategies in the field. Therefore, the present work had as main objective to evaluate the damages caused by GRSV and PhyRMV in *P. peruviana* plants, in single and mixed infections. Additionally, transmissions of the two viruses by seeds of this nightshade and from the soil were evaluated. Plants infected with GRSV and PhyRMV showed significant reductions in height, fresh and dry weight, and fruit yield compared to healthy plants. In the case of yield, the average weights of fruits harvested from plants infected with GRSV and PhyRMV were 54.4% and 90.8% lower than those of healthy plants, respectively. Infection of plants with the two viruses had a synergistic effect resulting in no production. None of the viruses were transmitted by seeds. Only PhyRMV was transmitted through the ground.

Keywords: Tospovirus, Sobemovirus, Solanaceae

INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* L., popularmente conhecida como fisális, pertencente à família *Solanaceae*, é uma planta exótica, originária da região Andina do Peru, na América do Sul, que tem sido cada vez mais cultivada no Brasil (FISCHER; ALMANZA MERCHÁN, 1993; PALOMINO et al., 2011; STEHMANN et al., 2014). A Colômbia é a maior produtora e exportadora de frutos de fisális e, apesar do Brasil estar expandindo o cultivo dessa planta, ainda é um grande importador de frutos colombianos (PALOMINO et al., 2011).

É uma planta herbácea perene, com hábito de crescimento indeterminado, porém em cultivos comerciais, principalmente em locais onde o inverno é muito rigoroso, é cultivada como anual, em função das temperaturas extremamente baixas que paralisam o desenvolvimento das plantas (FISCHER; LUDDERS, 2002). A planta de fisális se caracteriza pela presença de folhas oblongas em forma de coração, filotaxia alterna, flores pentâmeras, hermafroditas (autofecundação), solitárias e pedunculadas (LAGOS et al., 2008). Pode alcançar até 2 metros de altura, produz pequenos frutos alaranjados de aspecto singular do tipo baga carnosa, em forma de globo, com alto valor agregado. Os frutos são conhecidos mundialmente por serem saborosos e nutritivos. Contém alto teor de vitaminas, além de flavonoides, alcaloides, fitoesteróis, carotenoides e compostos bioativos considerados funcionais (CHAVES et al., 2005; CHAVES et al., 2006; DALL'AGNOL, 2007; PATRO, 2010). A morfologia de frutificação é peculiar, caracterizada pela presença de um cálice frutífero inflado que se expande e envolve todo o fruto (D'ARCY, 1991). Todas as partes da planta são passíveis de comercialização, desde a raiz até o fruto. As folhas, os colmos e as raízes são utilizadas pelas empresas farmacêuticas, as frutas são consumidas *in natura* ou processadas em geleias, doces nobres e sucos, e até os cálices, em forma de balão, que recobrem os frutos, são aproveitados e utilizados em artesanatos (SCHNEID, 2008).

A cultura da fisális está sujeita a uma série de doenças fúngicas, bacterianas e viróticas, que podem provocar prejuízos aos produtores, tanto pela queda da produtividade, como pelo aumento do custo de produção (sementes certificadas, aplicação de agrotóxicos, entre outros). Dentre as doenças que podem afetar a cultura, as causadas por vírus vêm ganhando importância, uma vez que estão aumentando as constatações de diferentes viroses em fisális no país e por serem de difícil controle. Normalmente requerem um manejo complexo e eficiente, exceto quando há variedades ou híbridos com resistência ao patógeno em questão, o que na maioria dos casos não parece haver disponibilidade. Vários vírus já foram relatados infectando *P. peruviana* pelo mundo (DA GRAÇA et al. 1985; PRAKASH et al. 1988; THOMAS; HASSAN

2002; SALAMON; PALKOVICS 2005; TRENADO et al. 2007; GÁMEZ-JIMÉNEZ et al. 2009; PEREA et al. 2010; AGUIRRE-RÁQUIRA et al. 2014; GUTIÉRREZ et al. 2015; KISTEN et al. 2016). No Brasil, até o momento foram relatados cinco vírus infectando naturalmente plantas dessa solanácea; dois do gênero *Orthotospovirus*, o tomato chlorotic spot virus (TCSV), detectado causando nanismo, mosaico, necrose e distorção foliar em plantas infectadas no Estado do Rio Grande do Sul (EIRAS et al., 2012) e o groundnut ringspot virus (GRSV) relatado causando manchas cloróticas e anéis concêntricos em folhas de *P. peruviana* no Estado de São Paulo (FARIÑA et al., 2018), dois do gênero *Potyvirus*, o potato virus Y (PVY) e o pepper yellow mosaic virus (PepYMV), causando sintomas de mosaico e distorção foliar em plantas nos Estado de Minas Gerais e no interior de São Paulo (REZENDE, JAM – Dados não publicados) e o *Sobemovirus* physalis rugose mosaic virus (PhyRMV) que foi relatado em altas incidências nos Estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, onde se concentra a produção comercial no país (FARIÑA et al., 2019).

Entre os vírus que foram encontrados infectando plantas de fisális, o GRSV e o PhyRMV têm chamado a atenção pela severidade dos sintomas nas plantas infectadas, tanto em condições de campo como em casa de vegetação. Esses dois vírus ainda não foram relatados infectando plantas de fisális em mistura, ou seja, simultaneamente, mas devido suas características de transmissão e estabilidade apresentam grandes chances de ocorrerem em conjuntamente. Há carência de informações sobre a epidemiologia desses vírus na cultura da fisális. Estudos que busquem esclarecer e/ou obter essas informações serão importantes para elaboração de medidas de manejo para o controle da disseminação dessas doenças nos campos de cultivo de *P. peruviana* L. Diante desse fato, somado a inexistência de estudos sobre danos causados por fitoviroses em plantas de fisális esse trabalho teve como objetivo avaliar o dano causado pelas infecções simples e mista do GRSV e do PhyRMV no desenvolvimento e produção de plantas de fisális e a transmissão por semente e através de solo contaminado.

CONCLUSÕES

O GRSV e o PhyRMV, em infecções simples e mista, prejudicam o desenvolvimento e a produção de plantas de *P. peruviana*.

Nenhum dos dois vírus foi transmitido verticalmente (por sementes).

O PhyRMV foi transmitido em solos contaminados para plântulas saudáveis.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE-RÁQUIRA, W.; BORDA, D.; HOYOS-CARVAJAL, L. Potyvirus affecting uchuva (*Physalis peruviana* L.) in Centro Agropecuario Marengo, Colombia. **Agricultural Sciences**, v. 5, p.897-905, 2014.
- APARECIDO, L.E.D.O.; BATISTA, R.M.; MORAES, J.R.D.S.C.D.; COSTA, C.T.S.; MORAES-OLIVEIRA, A.F.D. Agricultural zoning of climate risk for *Physalis peruviana* cultivation in Southeastern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 54. 2019.
- ARTHUR, K.; DOGRA, S.; RANGLES, J. W. Complete nucleotide sequence of *Velvet tobacco mottle virus* isolate K1. **Archives of virology**, v. 155, p. 1893-1896, 2010.
- BOARI, A.J., MACIEL-ZAMBOLIM, E., LAU, D. D., LIMA, G.S.A., Kitajima, E.W., Brommonschenkel, S.H., and Zerbini, F.M. Detection and partial characterization of an isolate of *Groundnut ringspot virus* in *Solanum sessiliflorum*. **Fitopatologia Brasileira**. v. 27, p. 249-253, 2002.
- BOITEUX, L.; GIORDANO, L.B. Genetic basis of resistance against two Tospovirus species in tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Euphytica** v. 71, p. 151–154, 1993.
- BROWN, D.J.F.; ROBERTSON, W.M.; TRUDGILL, D.L. Transmission of viruses by plant nematodes. **Annual review of phytopathology**, v. 33, p. 223-249, 1995.
- CALISHER, C. H. History, classification and taxonomy of viruses in the family Bunyaviridae. In: ELLIOTT, R. M. (Ed.). **The Bunyaviridae**. New York: Springer, p. 1-15, 1996.
- CAMELO-GARCÍA, V.M., LIMA, E.F.B., MANSILLA-CÓRDOVA, P.J., REZENDE, J.A.M., Kitajima, E.W., and BARRETO, M. Occurrence of *Groundnut ringspot virus* on Brazilian peanut crops. **Journal of General Plant Pathology**, v. 80, p. 282-286, 2014.
- CASTRO, A.; RODRIGUEZ, L.; VARGAS, E. Dry gooseberry (*Physalis peruviana* L.) with pretreatment of osmotic dehydration. **Vitae - Revista de la Facultad de Química Farmacéutica**, Medellín, v. 15, p. 226-231, 2008.
- CHAVES, A.C. **Propagação e avaliação fenológica de *Physalis* sp. na região de Pelotas, RS**. 65f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.
- CHAVES, A.C.; SCHUCH, M.W.; ERIG, A.C. Estabelecimento e multiplicação in vitro de *Physalis peruviana* L. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, p. 1281-1287, 2005.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós colheita de frutos de hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Ed. UFLA, 2 ed., p. 785, 2005.

- CHOI, S. K.; YOON, J.Y.; RYU, K.H.; CHOI, J.K.; PALUKAITIS, P.; PARK, W.M. Systemic movement of a movement-deficient strain of *Cucumber mosaic virus* in zucchini squash is facilitated by a cucurbit-infecting potyvirus. **Journal of General Virology**, v. 83, p. 3173-3178, 2002.
- COCKBAIN, A.J.; BOWEN, R.; VORRA-URAI, S. Seed transmission of broad bean stain virus and Ectes Ackerbohnmosaik-Virus in field beans (*Vicia faba*). **Annals of Applied Biology**, v. 84, p. 321-332, 1976.
- CRUCIOL, G.C.D., MOURA, M. F., RIBEIRO-JUNIOR, M.R., EGAWA, V.Y., DE SOUZA, E.P., PAVAN, M.A.; KRAUSE-SAKATE, R. First report of *groundnut ringspot virus* in scarlet eggplant in Brazil. **Journal of Plant Pathology**, v. 101, p. 399, 2019.
- DAMIRI, N. Mixed viral infection and growth stage on Chilli (*Capsicum annuum* L.) production. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v. 37, p. 275-283, 2014.
- DA GRAÇA, J.V; TRENCH, T.N.; MARTIN, M.M. *Tomato spotted wilt virus* in commercial Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) in Transkei. **Plant Pathology**, v.34, p. 451-453, 1985.
- DALL'AGNOL, I. **Perfil fitoquímico e atividade antimicrobiana de *Physalis pubescens* L.** Erechim, RS. 2007. 36f. Monografia (Graduação em Farmácia Bioquímica Clínica) Departamento de Ciências da Saúde da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das missões, 2007.
- D'ARCY, W.G. The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. In: HAWKES, J.G.; LESTER, R.N.; NEE, M.; ESTRADA, N (Eds.). **Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution**. Kew: The Royal Botanic Gardens; London: The Linnean Society, 1991. p. 75-137.
- DE AVILA, A.C., DE HAAN, P., KORMELINK, R., RESENDE, R.O., GOLDBACH, R.W., and PETERS, D. Classification of tospoviruses based on phylogeny of nucleoprotein gene sequences. **Journal of General Virology**, v. 74, p. 153-159, 1993.
- DE AVILA, A.; HAAN, P.D.; KITAJIMA, E.; KORMELINK, R.; RESENDE, R.D.O.; GOLDBACH, R.; PETERS D. Characterization of a distinct isolate of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) from *Impatiens* sp. in the Netherlands. **Journal of Phytopathology**, v. 134, p. 133-151, 1992.
- DE BREUIL, S., ABAD, J.A., NOME, C.F., GIOLITTI, F.J., LAMBERTINI, P.L., and LENARDON, S. *Groundnut ringspot virus*: an emerging tospovirus inducing disease in peanut crops. **Journal of Phytopathology**, v. 155, p. 251-254, 2007.

- DOMIER, L.L.; STEINLAGE, T.A.; HOBBS, H.A.; WANG, Y.; HERRERA-RODRIGUEZ, G.; HAUDENSHIELD, J.S.; HARTMAN, G.L. Similarities in seed and aphid transmission among *Soybean mosaic virus* isolates. **Plant Disease**, v. 91, p. 546 - 550, 2007.
- EIRAS, M.; CHAVES, A.L.; COLARICCIO, A.; HARAKAVA, R.; ARAUJO, J.; CHAGAS, C.M. Caracterização do *Tomato chlorotic spot virus* isolado de jiló no Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 285-291, 2002.
- EIRAS, M.; COSTA, I.F.D.; CHAVES, A.L.R.; COLARICCIO, A.; HARAKAVA, R.; TANAKA, F.A.O.; SILVIA, L.A. First report of a tospovirus in a commercial crop of Cape gooseberry in Brazil. **New Disease Reports**, v. 25, p. 25-25, 2012.
- FARIÑA, A.E.; REZENDE, J.A.M.; LIMA, E.F.B.; KITAJIMA, E.W.; DINIZ, F.O. First Report of *Groundnut ring spot virus* on *Physalis peruviana* in Brazil. **Plant Disease**, v. 102, p. 1468, 2018.
- FARIÑA, A.E.; GORAYEB, E.S.; CAMELO-GARCÍA, V.M.; BONIN, J.; NAGATA, T.; SILVA, J.M.F.; KITAJIMA, E.W. Molecular and biological characterization of a putative new sobemovirus infecting *Physalis peruviana*. **Archives of Virology**, v. 164, p. 2805-2810, 2019.
- FERNANDES, B.M. Agricultura camponesa e/ou agricultura familiar. **Encontro Nacional de Geógrafos**, v. 13, 2002.
- FISCHER, G. Crecimiento y desarrollo. In: FLÓREZ, V.J.; FISCHER, G.; SORA R., Á, D. **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)**. Santa Fe de Bogota: Universidade Nacional de Colombia, p. 9-26, 2000.
- FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P.J.; MIRANDA, D. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 1-15, 2014.
- FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P.J. La uchuva (*Physalis peruviana* L.) una alternativa promisorio para las zonas altas de Colombia. **Agricultura Tropical**, v. 30, p. 79-87, 1993.
- FISCHER, G.; ANGULO, R. Los frutales de clima frío en Colombia: La uchuva. **Ventana al Campo**, Medellín, v. 2, p. 3-6, 1999.
- FISCHER, G.; LÜDDERS, P. Efecto de la altitud sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Comalfi**, Bogotá, v. 29, p. 1-10, 2002.
- FISCHER, G.; MIRANDA, D.; PIEDRAHÍTA, W.; ROMERO, J. **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, p. 55-82, 2005.

- GÁMEZ-JIMÉNEZ, C.; ROMERO-ROMERO, J.L.; SANTOS-CERVANTES, M.E.; LEYVA-LOPEZ, N.E.; MENDEZ-LOZANO, J. Tomatillo (*Physalis ixocarpa*) as a natural new host for *Tomato yellow leaf curl virus* in Sinaloa, Mexico. **Plant Disease**, v. 93, p. 545, 2009.
- GUTIÉRREZ, P.A.; ALZATE, J.F.; MONTOYA, M.M. Complete genome sequence of an isolate of *Potato virus X* (PVX) infecting Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) in Colombia. **Virus Genes**, v. 50, p. 518-522, 2015.
- GORAYEB, E.S.; SAVI, A.; GONÇALVES, M.J.; MOTA, C.S.; MEDEIROS DE SOUZA, C. M.; DE BARROS, D.R.; DA SILVA, F.N. Damage quantification in *Physalis peruviana* L. infected by the new putative sobemovirus *physalis rugose mosaic virus*. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, p. 476-483, 2020.
- HILL, J.H.; MARTINSON, C.A.; RUSSELL, W.A. Seed transmission of maize dwarf mosaic and wheat streak mosaic viruses in maize and response of inbred lines 1. **Crop Science**, v. 14, p. 232-235, 1974.
- HOFFMANN, A. Apresentação In: **Seminário brasileiro sobre pequenas frutas**. Vacaria. Anais Bento Golçalves. Embrapa Uva e Vinho, p. 6, 2003.
- HULL, R. The sobemovirus group. In: **The plant viruses**. Springer, Boston, MA, p. 113-146, 1988.
- HUNTER, J.A.; CHAMBERLAIN, E.E.; ATKINSON, J.D. Note on transmission of *apple mosaic* by natural root grafting. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 1, p. 80-82, 1958.
- JONES, R.A.; COUTTS, B.A.; MACKIE, A.E.; DWYER, G.I. Seed transmission of Wheat streak mosaic virus shown unequivocally in wheat. **Plant Disease**, v. 89, p. 1048-1050, 2005.
- JORGE, T.S., LIMA, M.F., BOITEUX, L.S., FONSECA, M.E.N.; KITAJIMA, E.W. First Report of *Cichorium endivia* (Asteraceae) as a natural host of *Groundnut ringspot orthotospovirus* in Brazil. **Plant Disease**, v. 105, p. 714, 2021.
- KISTEN, L.; MOODLEY, V.; GUBBA, A.; MAFONGOYA, P.L. First report of *Potato virus Y* (PVY) on *Physalis peruviana* in South Africa. **Plant Disease**, v. 100, p. 1511, 2016.
- KOUDAMILORO, A.; NWILENE, F.E.; TOGOLA, A.; AKOGBETO, M. Insect Vectors of *Rice yellow mottle virus*. **Journal of Insects**, Londres, v. 2015, p. 1-12, 2015.
- LAGOS, T.C.B.; VALEJO, F.A.C.; CRIOLLO, H.E.; MUÑOZ, J.E.F. Biología reproductiva de la uchuva. **Acta Agronômica Colombiana**, Palmira, v. 57, p. 81-87, 2008.

- LANOISELET, V.M.; HIND-LANOISELET, T.L.; MURRAY, G.M. Studies on the seed transmission of Wheat streak mosaic virus. **Australasian Plant Pathology**, v. 37, p. 584-588, 2008.
- LEÃO, E.U., SPADOTTI, D.M.A., ROCHA, K.C.G., PANTOJA, K.F.C., REZENDE, J.A.M., PAVAN, M.A., and KRAUSE-SAKATE, R. *Citrullus lanatus* is a new natural host of *Groundnut ringspot virus* in Brazil. **Journal of Phytopathology**. v. 163, p. 1014-1018, 2014.
- LIGARRETO, G.A.; LOBO, M.; CORREA, A. Recursos geneticos del genero *Physalis* en Colombia. In: FISCHER, G.; MIRANDA, D.; PIEDRAHÍTA, W.; ROMERO, J. (Ed.). **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, p. 9-53, 2005.
- LIMA, C.S.M.; GALARÇA, S.P.; BETEMPS, D.L.; RUFATO, A. de R.; RUFATO, L. Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p. 1004-1012, 2012.
- LING, R.; PATE, A.E.; CARR, J.P.; FIRTH, A.E. An essential fifth coding ORF in the sobemoviruses. **Virology**. v. 446, p. 397–408, 2013.
- MALIK, A. H.; MANSOOR, S.; IRAM, S.; BRIDDON, R.W.; ZAFAR, Y. Severe disease of melon in North West frontier province is associated with simultaneous infection of two RNA viruses. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, p. 361-367, 2010.
- MASCIA, T.; CILLO, F.; FANELLI, V.; FINETTI-SIALER, M.M.; DE STRADIS, A.; PALUKAITIS, P.; GALLITELLI, D. Characterization of the interactions between *Cucumber mosaic virus* and *Potato virus Y* in mixed infections in tomato. **Molecular Plant–Microbe Interactions**, v. 23, p. 1514– 1524, 2010.
- MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 2 ed. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p. 346, 2000.
- MAZORRA, M.F.; QUINTANA, P.D.; MIRANDA, A.; FISCHER, G. Desarrollo del fruto y madurez fisiológica de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) cultivada en la localidad de Subia (Cundinamarca). In: IV Seminário Nacional de Frutales de Clima Frío Moderado, 4., 2002, Medellín: **Colombian Corporation for Agricultural Research**, Universidad Pontificia Bolivariana, C.D.T.F., p. 238-244, 2002.
- MCKIRDY, S.J.; JONES, R.A.C.; SIVASITHAMPARAM, K. Determining the effectiveness of grazing and trampling by livestock in transmitting white clover mosaic and subterranean clover mottle viruses. **Annals of Applied Biology**, v. 132, p. 91-105, 1998.

- MEDEIROS, R.B.; RESENDE, R.O.; CARVALHO, R.P.; DIANESE, E.; COSTA, C.L.; SRGO, J.Y. **Virologia vegetal**: conceitos, fundamentos, classificação e controle. 1 ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 47, 2015.
- MEYER, M.C.; COSTA, C.L.; SANTOS, O.R. Inter-relações de *Ceratoma arcuata* (Coleoptera: Chysomelidae) com quatro vírus de leguminosas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 314-320, 1992.
- MURPHY, J.F.; BOWEN, K.L. Synergistic disease in pepper caused by the mixed infection of *Cucumber mosaic virus* and *Pepper mottle virus*. **Phytopathology**, v. 96, p. 240–247, 2006.
- NAGATA, T.; ALMEIDA, A.; RESENDE, R.O.; AVILA. The competence of four thrips species to transmit and replicate four tospoviruses. **Plant Pathology**, v. 53, p. 136–140, 2004.
- NICKEL, O.; FAJARDO, T.V.M. **Obtenção de material propagativo livre de vírus e diagnóstico de vírus em macieiras e pereiras**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, p. 55, 2009.
- PALOMINO, C.E.M.; MUNOZ-FLOREZ, J.E.; VASQUEZ- AMARILES, H.D.; BARRERA-MARIN, N. Caracterización morfológica de 29 introducciones de *Physalis peruviana* L. de la colección de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. **Acta Agronómica**, v. 60, p. 68-75, 2011.
- PAPPU, H.; JONES, R.; JAIN, R. Global status of Tospovirus epidemics in diverse cropping systems: Successes achieved and challenges ahead. **Virus Research**, v. 141, p. 219-236, 2009.
- PATRO, R. *Physalis peruviana* L. Disponível em: <http://www.jardineiro.net/plantas/fisalis-physalis-sp.html> Publicado em 3 de Maio de 2010. Acesso em 10 de Novembro de 2020.
- PEREA, M.; RODRIGUEZ, N.C.; FISCHER, G.; VELASQUEZ, M.; MICÁN, Y. *Physalis peruviana* - Uchuva. In: PEREA M, MATAALLANA LPR, TIRADO AP (eds) **Biotechnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales**. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, p. 466–490, 2010.
- PEREIRA-CARVALHO, R.C.; LORENA, M.; DIANESE, E.C.; FONSECA, M.E.N.; BOITEUX, L.S. Melhoramento genético do tomateiro para resistência a doenças de etiologia viral. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 22, p. 280–361, 2014.
- PETERS, D. Thrips as unique vectors of tospoviruses. **Entomologische berichten**, Amsterdam, v. 68, p. 182-186, 2008.
- PIETERSEN, G.; MORRIS, J. Natural Occurrence of *Groundnut ringspot virus* on Soybean in South Africa. **Plant Disease**. v. 86, p. 1271, 2002.

- POZZER, L.; RESENDE, R.O.; LIMA, M.I.; KITAJIMA, E.W.; GIORDANO, L.B.; AVILA, A.C. Tosspovirus: uma visão atualizada. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 95, 1996.
- PRAKASH, O.; MISRA, A.K.; SINGH, S.J.; SRIVASTAVA, K.M. Isolation, purification and electron microscopy of mosaic virus of cape gooseberry. **International Journal of Tropical Plant Diseases**, v. 6, p. 85–87, 1988.
- RAMEL, M. E.; GUGERLI, P.; BESSE, S.; SIMONNET, X.; BALMELLI, C. Molecular characterization of *artemisia virus A*, a new sobemovirus isolated from *Artemisia annua*. **Archives of virology**, v. 158, p. 463-466, 2013.
- RODRIGUES, E.; ROCKENBACH, I. I.; CHAVES, E. S.; FETT, R. Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit *Physalis peruviana* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, p. 642-645, 2009.
- RODRIGUES, F.A.; PENONI, E.S.; SOARES, J.R.; PASQUAL, M. Caracterização do ponto e colheita de *physalis peruviana* L na região de Lavras, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 862-867, 2012.
- RUFATO, L.; RUFATO, A. de R.; SCHLEMPER, C.; LIMA, C.S. M.; KRETZSCMAR, A. A. **Aspectos técnicos da cultura da Physalis**. Lages: CAV/Udesc, v. 34, p. 23-31, 2008.
- SALAZAR, M.R.; JONES, J.W.; CHAVES, B.; COOMAN, A. A model for the potential production and dry matter distribution of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 115, p. 142-148, 2008a.
- SALAMON, P.; PALKOVICS, L. Occurrence of Colombian datura virus in Brugmansia hybrids, *Physalis peruviana* L. and *Solanum muricatum* Ait. In Hungary. **Acta Virologica**, Bratislava, v. 49, p. 117–122, 2005.
- SALAUDEEN, M. T. Resistance in rice to rice yellow mottle virus and evidence of non-seed transmission. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 45, p. 2406–2413, 2012.
- SARRA, S.; PETERS, D. *Rice yellow mottle virus* is transmitted by cows, donkeys, and grass rats in irrigated rice crops. **Plant Disease**, v. 87, p. 804-808, 2003.
- SAVI, A., GORAYEB, E.S., NASCIMENTO, S.C., FARIA, C.B.D., FAJARDO, T.V.M., NHANI, A.; SILVA, F.N.D. Near-complete genome sequence and seed transmission evaluation of *Physalis rugose mosaic virus* from southern Brazil. **Ciência Rural**, v. 51, 2021.
- SCHNEID, L. Agrônoma testa cultivo de nova fruta na região. **Diário popular**, Pelotas, 08 junho, p. 27, 2008.

- SERJEANT, E.P. Some properties of *Cocksfoot mottle virus*. **Annals of Applied Biology**, Medford, v. 59, p. 31-38, 1967.
- SILVEIRA, J.R.W.G.; COSTA, C.L.; COSTA, A.F.; LIN, M.T. *Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata*, vetores do vírus do mosaico do feijoeiro no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 625, 1983.
- SNIPPE, M.; WILLEM BORST, J.; GOLDBACH, R.; KORMELINK, R. *Tomato spotted wilt virus* Gc and N proteins interact in vivo. **Virology**, v. 357, p. 115–123, 2007.
- SÕMERA, M.; SARMIENTO, C.; TRUVE, E. Overview on Sobemoviruses and proposal for the creation of the family Sobemoviridae. **Viruses**, v. 7, p. 3076–3115, 2015.
- SPADOTTI, D.M.A., LEÃO, E.U., ROCHA, K.C.G., PAVAN, M.A., and KRAUSE-SAKATE, R. First report of *Groundnut ringspot virus* in cucumber fruits in Brazil. **New Disease Reports**, v. 29, p. 25, 2014.
- STEHMANN, J.R.; MENTZ, L.A.; AGRA, M.F.; VIGNOLI-SILVA, M.; GIACOMIN, L.; RODRIGUES, I.M.C. **Solanaceae in lista de espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2014.
- STEVENS, M.; SCOTT, S.; GERGERICH, R. Inheritance of a gene for resistance to Tomato spotted wilt virus (TSWV) from *Lycopersicon peruvianum* Mill. **Euphytica**, v. 59, p. 9–17, 1991.
- TAIWO, M.A.; KAREEM, K.T.; NSA, I.Y.; HUGHES, J.D.A. Cowpea viruses: Effect of single and mixed infections on symptomatology and virus concentration. **Virology Journal**, v. 4, p. 1-5, 2007.
- TAKAICHI, M.; NAGAKUBO, T.; OEDA, K. Mixed virus infections of garlic determined by a multivalent polyclonal antiserum and virus effects on disease symptoms. **Plant Disease**, v. 85, p. 71-75, 2001.
- TAKEDA, A.; SUGIYAMA, K.; NAGANO, H.; MORI, M.; KAIDO, M.; MISE, K.; TSUDA, S.; OKUNO, T. Identification of a novel RNA silencing suppressor, NSs protein of *Tomato spotted wilt virus*. **FEBS Letters**, v. 532, p. 75–79, 2002.
- TATINENI, S.; GRAYBOSCH, R.A.; HEIN, G.L.; WEGULO, S.N.; FRENCH, R. Wheat cultivar-specific disease synergism and alteration of virus accumulation during co-infection with *Wheat streak mosaic virus* and *Triticum mosaic virus*. **Phytopathology**, v. 100, p. 230-238, 2010.
- TEAKLE, D.S.; MORRIS, T.J. Transmission of southern bean mosaic virus from soil to bean seeds. **Plant Disease**, v. 65, p. 599-600, 1981.

- THOMAS, P.E; HASSAN, S. First report of twenty-two new hosts of *Potato leafroll virus*. **Plant Disease**, v. 86, p. 561, 2002.
- THOMPSON, J.D.; HIGGINS, D.G.; GIBSON, T.J. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. **Nucleic Acids Research**, v. 22, p. 4673-4680, 1994.
- TRAORE, M.D., TRAORE, V.S.E., GALZI-PINEL, A., FARGETTE, D., KONATE, G., TRAORE, A.S.; TRAORE, O. Abiotic transmission of *Rice yellow mottle virus* through soil and contact between plants. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 11, p. 900-904, 2008.
- TRENADO, P.; FORTRESS, I.M.; LOURO, D.; NAVAS-CASTILLO, J. *Physalis ixocarpa* and *P. peruviana*, new natural hosts of *Tomato chlorosis virus*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 118, p. 193–196, 2007.
- WEBSTER, C.G., PERRY, K.L., LU, X., HORSMAN, L., FRANTZ, G., MELLINGER, C., and ADKINS, S. First report of *Groundnut ringspot virus* infecting tomato in south Florida. Online publication. **Plant Health Progress**, v. 11, p. 49, 2010.
- WEBSTER, C.G., FRANTZ, G., REITZ, S.R., FUNDERBURK, J.E., MELLINGER, H.C., MCAVOY, E.; ADKINS, S. Emergence of *Groundnut ringspot virus* and *Tomato chlorotic spot virus* in vegetables in Florida and the southeastern United States. **Phytopathology**, v. 105, p. 388-398, 2015.