

Evolución y situación actual de las enfermedades virales en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) en Cuba

Evolution and current situation of viral diseases on Tomato crops (*Solanum lycopersicum*, L.) in Cuba

Gloria González Arias,¹ Yamila Martínez-Zubiaur² y Elisa Javier Higginson¹

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5ta. B y 5ta. F, Playa, La Habana

² Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Autopista Nacional y Carretera de Jamaica, Apdo. 8, San José de Las Lajas, Mayabeque², ggonzalez@inisav.cu.

RESUMEN

Durante 1980-2020 ha ocurrido una evolución de las virosis que infectan al cultivo del tomate en Cuba. Algunas han disminuido en incidencia y distribución, mientras que otras son más severas; presentan dificultades para el manejo y requieren de técnicas moleculares para su diagnóstico. El objetivo de este trabajo es dar a conocer las prácticas que se han introducido en el estudio de enfermedades virales en dependencia de las ya conocidas y establecidas en el país, y las que se han determinado por primera vez. A nivel nacional se realizaron prospecciones y toma de muestras en campo abierto, hidropónicos, organopónicos y casas de cultivos protegido. Las técnicas de diagnóstico fueron inoculación a plantas indicadoras, inmunodifusión en agar, aglutinación en portaobjeto, microscopía óptica, Elisa-Das y moleculares. Se corroboraron las especies Tobacco mosaic virus (TMV), Tomate mosaic virus (ToMV), Tobacco etch virus (TEV) y Cucumber mosaic virus (CMV) pertenecientes a los géneros Potyvirus, Cucumovirus y Tobamovirus, ya conocidas en el país, y otras emergentes como Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV-IL (CU), Tomato chlorotic spot virus (TCSV) y Tomato chlorosis virus (ToCV), incluidas en los géneros Begomovirus, Orthotospovirus y Crinivirus, informadas por primera vez en Cuba. Estos conocimientos implicaron para Cuba la actualización de especies virales en el cultivo del tomate, la necesidad de poner a punto técnicas moleculares, el aumento del nivel científico-técnico, la generalización de sistemas de manejo virus-cultivo-vector y la necesidad de mantener de forma constante la vigilancia epidemiológica fitosanitaria en el cultivo del tomate en Cuba.

Palabras claves: Hortaliza, Virus del mosaico del tabaco, Virus del mosaico del tomate, Virus del grabado del tabaco, Virus del mosaico del pepino, Virus del encrespamiento amarillo de las hojas del tomate, Virus de la mancha clorótica del tomate y Virus clorótico del tomate.

ABSTRACT

Between the years 1980 to 2020, there has been an evolution of virus diseases infecting tomato crop in Cuba. Some of them have decreased in incidence and distribution, while others are more severe and difficult to manage and require advanced techniques for diagnosis. The aim of the present work is to show the procedures that have been introduced in the country for the characterization of the known and well-established viral diseases and those that have been determined for the first time. National surveys and sample collections were carried on open field, hydroponics, organoponics and cover crop systems. Diagnostic techniques used were sap inoculations on indicators plants, agar immunodiffusion, slide agglutination, optic microscopy, Elisa-Das and molecular techniques. Viral species known to occur in Cuba like Tobacco mosaic virus (TMV), Tomato mosaic virus (ToMV) Tobacco etch virus (TEV) and Cucumber mosaic virus (CMV) from Potyvirus, Cucumovirus and Tobamovirus genera, respectively, were determined. Other emergent virus species including Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV-IL (CU), Tomato chlorotic spot virus (TCSV) and Tomato chlorosis virus (ToCV), belonging to the genera Begomovirus, Orthotospovirus and Crinivirus, respectively; were reported for the first time. For Cuba, the knowledge acquired with these studies implied an updating of the list of viral species infecting tomato crop, the improvement of molecular techniques, the rise on scientific and technical level, the generalization of management practices involving the complex virus and its vectors and the reinforcement of the epidemiological and phyto-sanitary surveillance on tomato crops in the country.

Key words: Vegetables Tobacco mosaic virus Tomato mosaic virus, Tobacco etch virus, Cucumber mosaic virus, Tomato yellow leaf curl virus, Tomato chlorotic spot virus, Tomato chlorotic virus.

INTRODUCCIÓN

Entre los cultivos hortícolas más demandados en Cuba, el tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) es el que ocupa uno de los primeros lugares por sus diversas formas de utilización como alimento y su importante nivel de vitaminas, además de constituir un renglón comercial y económico para el país.

En la actualidad las áreas dedicadas al tomate en el territorio nacional se han incrementado, tanto en campo abierto como en hidropónicos, organopónicos y casas de cultivo protegido, en los que este cultivo juega un papel primordial.

En el presente trabajo se presentan los resultados del estudio de la etiología y diagnóstico de las enfermedades virales que han afectado al cultivo del tomate en Cuba durante cuarenta años mediante diferentes técnicas convencionales y moleculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 1980-2020 se realizaron muestreos a semilleros, viveros, campo abierto, hidropónicos, organopónicos y casas de cultivo protegido dedicados al cultivo del tomate en todas las provincias de Cuba. En los mismos se tomaron muestras de hojas y frutos de tomate, en dependencia de la sintomatología presente.

Entre 1980-1990 las muestras con síntomas en condiciones de hidropónicos y prioritariamente de la variedad Campbell- 28 se analizaron mediante las técnicas de inoculación mecánica a plantas indicadoras, inmunodifusión en agar y microscopía óptica (Ouchterlony, 1968; Clark y Adams, 1977); Christie y Edwardson, 1977; Jorda, 1993 y González *et al.*, 2002).

A partir del segundo semestre de 1989 se observaron altas poblaciones de moscas blancas en el cultivo conjuntamente con la aparición de síntomas sospechosos de una enfermedad viral, no antes presente en Cuba. En este caso se procesaron muestras de plantas de tomate de las variedades Campbell-28, Floradel y Manalucie infectadas y provenientes de diferentes municipios de la provincia de La Habana (actualmente Artemisa y Mayabeque), de La Habana, de los organopónicos 1 de Mayo, Fontanar y Daafar y áreas de las provincias de Sancti Spíritus, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Para la identificación y caracterización de la posible virosis se emplearon las técnicas de inoculación a plantas indicadoras de forma mecánica y por injerto, microscopía óptica y posteriormente se introdujeron las moleculares (González, 1994); Martínez *et al.*, 1996).

Entre 2003-2010 se observaron, por primera vez en Cuba y de forma aislada, en la provincia de Mayabeque, plantas de tomate con síntomas asociados a la presencia de trips muy semejantes a los causados por especies del género *Orthotospovirus*. Debido a la baja distribución, solamente se aplicó la técnica de inoculación a plantas indicadoras. Sin embargo, entre 2012-2014 se evidenció claramente esta nueva problemática fitosanitaria en las provincias de Artemisa, Mayabeque y Guantánamo, y para esclarecer

su etiología se recolectaron un total de 134 muestras en áreas de tomate en diferentes municipios de las provincias de Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Santiago de Cuba, Holguín y Guantánamo, tanto en campo abierto, como en organopónicos y casas de cultivo protegido. Para confirmar el género y la especie, las muestras que mostraron síntomas fueron confirmadas por RT-PCR utilizando los cebadores genéricos para *Orthotospovirus* Mumford *et al.* (1996) y los específicos para detectar la especie Baysal-Gurel *et al.* (2015).

Posteriormente, entre 2014-2020 se recolectaron muestras de plantas de habichuela (*Vigna unguiculata* var. *sesquipedalis*) en la provincia de La Habana con síntomas de deformaciones y necrosis en las hojas de lechuga (*Lactuca sativa*, L.), de las provincias de Cienfuegos y de Guantánamo, con necrosis en las hojas, y de las variedades de plantas dea, Winchestet, Tezera, Moreira, Celeste, Scaway y Desquite, no antes evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre 1980-1990 las especies virales detectadas en el cultivo del tomate fueron *Tobacco mosaic virus* (TMV) *Tomato mosaic virus* (ToMV) *Tobacco etch virus* (TEV) y *Cucumber mosaic virus* (CMV) González *et al.* (1981), pertenecientes a los géneros Tobamovirus, Potyvirus y Cucumovirus (Tabla 1).

Los síntomas de TMV y de ToMV son muy similares, y consistieron en un mosaico en las hojas y deformaciones de los frutos. TEV causó reducción del tamaño de las hojas y ligeramente encrespadas, mientras que CMV dio lugar a una severa filiformidad en las hojas (Fig. 1).

La forma de transmisión de los dos primeros es por las mismas semillas de tomate, por lo que se confeccionó e introdujo, en la práctica agrícola, una metodología para la desinfección de semillas de tomate con ácido clorhídrico al 30 % durante 10 min. También se transmiten por las atenciones culturales al cultivo, por lo que se orientó a la producción observar buenas prácticas, sobre todo porque el mismo hombre juega el papel de vector (González y Tsyplenkov, 1983).

Tabla 1. Virosis que afectaban al cultivo del tomate y forma de transmisión durante los años 1980-1990

Table 1. Viral diseases of tomato crop between 1980-1990 and mode of transmission

Género	Especie	Transmisión
<i>Tobamovirus</i>	<i>Tobacco mosaic virus</i> (TMV) Virus del mosaico del tabaco	Semillas de tomate Forma mecánica
	<i>Tomato mosaic virus</i> (ToMV) Virus del mosaico del tomate	Semillas de tomate Forma mecánica
<i>Potyvirus</i>	<i>Tobacco etch virus</i> (TEV) Virus del grabado del tabaco	Áfidos Forma mecánica
<i>Cucumovirus</i>	<i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV) Virus del mosaico del pepino	Áfidos Forma mecánica

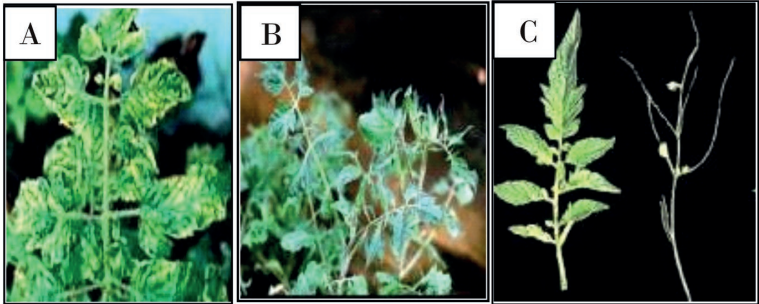


Figura 1. Síntomas en plantas de tomate, causados por TMV o ToMV, TEV y CMV. A) Mosaico verde-amari-
llo causado por TMV o ToMV. B) Hojas reducidas y
encrespadas producidas por TEV. C) Hojas filiformes
causadas por CMV.

Figure 1. Symptoms in tomato plants caused by TMV or
ToMV, TEV and CMV viruses. A) Green-yellow mosaic
caused by TMV or ToMV. B) Reduced and curled leaves
produced by TEV. C) Filiform leaves caused by CMV.

De las especies virales mencionadas, las que causaron pérdidas estimadas entre un 30-40 % en los rendimientos fueron TMV y ToMV, sobre todo en las condiciones del hidropónico de San Cristóbal, en la provincia de Pinar del Río (González *et al.*, 1981; González y Nieves, 1984; Arencibia y González, 1986).

La virosis presente desde la segunda mitad de 1989 se identificó como *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV-IL Cu) (González, 1994; Martínez-Zubiaur *et*

al., 1998), especie incluida en el género *Begomovirus*. Los síntomas observados en las hojas de plantas de tomate fueron diversos: hojas de configuración redondeada, con los bordes ligeramente levantados, sin encrespamiento, con moteado clorótico en forma de “cuchara” y reducidas de tamaño en la parte apical, moteado clorótico con ligero o ausencia de encrespamiento foliar y crecimiento normal, encrespamiento general, entrenudos cortos y enanismo (Fig. 2).

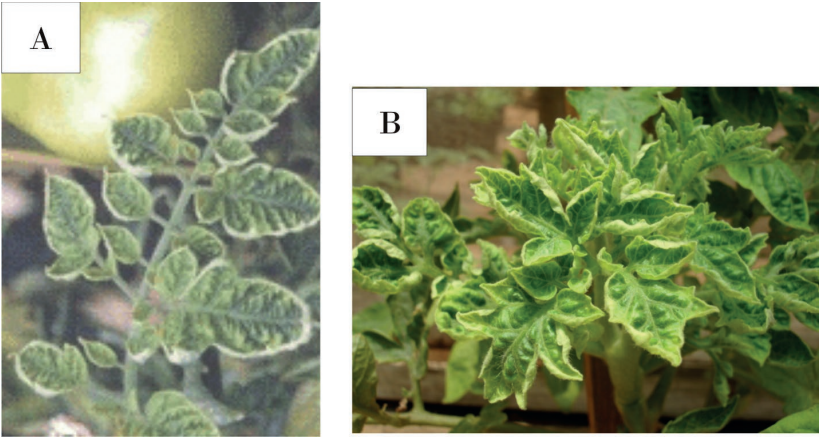


Figura 2. Síntomas causados por TYLCV-IL CU en el cultivo del tomate. A) Plantas con hojas en forma de cuchara, con moteado clorótico y reducidas de tamaño. B) Moteado clorótico con presencia o no de encrespamiento foliar ligero.

Figure 2. Symptoms caused by TYLCV-IL Cu in tomato crops. A) Plants with small leaves, spoon appearance, and chlorotic mottling on the leaves. B) Chlorotic mottling on the leaves with or without slight curling.

En este período la incidencia y distribución de las virosis presentes en 1980-1990 se manifestaban con valores muy bajos de incidencia y distribución, contrariamente a la situación que se presentó con la relación (TYLCV-IL Cu) –moscas blancas–, pero similar a lo acontecido en otras regiones tropicales, con otras especies virales las que han causado pérdidas devastadoras en diferentes cultivos, entre ellos el tomate (Polston y Anderson, 1997; Morales y Anderson, 2001).

Uno de los países con severas afectaciones en el cultivo del tomate fue Colombia, en el cual durante el período comprendido entre 1990-2007, la producción de esta hortaliza sufrió una reducción de 500 t (en 23 ha) a 390 t (en 15 ha), con una disminución del área sembrada del 35,9 % (FAOSTAT, 2007). De acuerdo a las investigaciones realizadas, una de las causas fue la aparición de nuevas enfermedades virales, en especial aquellas causadas por especies del género *Begomovirus* (Morales *et al.*, 2002). En Venezuela, desde finales de los años ochenta, las enfermedades virales transmitidas por este insecto comenzaron a adquirir una alta relevancia en el cultivo del tomate (Geraud-Pouey *et al.*, 1995; Chirinos *et al.*, 2009). En Cuba la presencia del virus y de las moscas blancas provocó pérdidas de 900 ha de tomate, y posteriormente la especie viral fue detectada en los cultivos de frijol, pimiento y calabaza (Martínez *et al.*, 2002, 2003; Quiñones *et al.*, 2002)

Esta situación fitosanitaria llevó a clasificar el género *Begomovirus* como emergente, y un factor muy importante ha sido la aparición, dispersión y establecimiento de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en diversos cultivos. Estudios realizados han demostrado la diversidad genética intraespecífica de *B. tabaci*, por lo que fue considerada como una “especie compleja” con 20 biotipos (Chu *et al.*, 2008). Posteriormente se demostró que podía ser considerada como un complejo de al menos 24 especies morfológicamente indistinguibles (De Barro *et al.*, 2011).

En Cuba se realizaron varios estudios por un equipo multidisciplinario de investigadores, para finalmente validar y generalizar un programa de manejo *Begomovirus*-moscas blancas. Este limitó la diseminación de la virosis, redujo los niveles poblacionales de mosca blanca y favoreció el saneamiento en las áreas de tomate (Murguido *et al.*, 1996; Murguido y Vázquez, 2000; Murguido *et al.*, 2002). A partir de 1992 este programa se generalizó en unas 15 000 ha.

Posteriormente se caracterizaron en Cuba otras especies de *Begomovirus*, que infectan también al cultivo del tomate, como *Tomato mottle Taino virus* (ToMoTV) Ramos *et al.* (1997), *Tomato Havana mosaic virus* (ToMHV) (Martínez-Zubiaur *et al.*, 1998), y más tarde *Tomato yellow leaf distortion virus* (ToYLDV) (Fiallo-Olive *et al.*, 2009), por lo que se puede considerar que en Cuba ha ocurrido una considerable incidencia de especies virales incluidas en el género *Begomovirus*. Con relación al comportamiento de las moscas blancas en la transmisión de virosis en el tomate, es importante señalar que en 2008 se detectó la especie viral *Tomato chlorosis virus* (ToCV) perteneciente a otro género, esta vez *Crinivirus* (Martínez-Zubiaur, 2008), que se transmite por las especies de moscas blancas *Trialeurodes vaporariorum*, *T. abutilonea*, así como por *Bemisia* spp, lo que puede indicar que este complejo mosca blanca-cultivo puede ser afectado por especies pertenecientes a otros géneros.

Entre 2003-2014 los síntomas observados de forma general en plantas de tomate, consistentes en encrespamiento ligero, hojas con color violáceo, cloróticas con lesiones locales y zonas necróticas (Fig. 3) eran causados por la especie *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV), perteneciente al género *Orthotospovirus* (Martínez-Zubiaur *et al.*, 2016), el que está presente en la actualidad en todas las provincias de Cuba (González *et al.*, 2016) y se transmite por varias especies de trips, principalmente por *Frankliniella schultzei* Trybom.

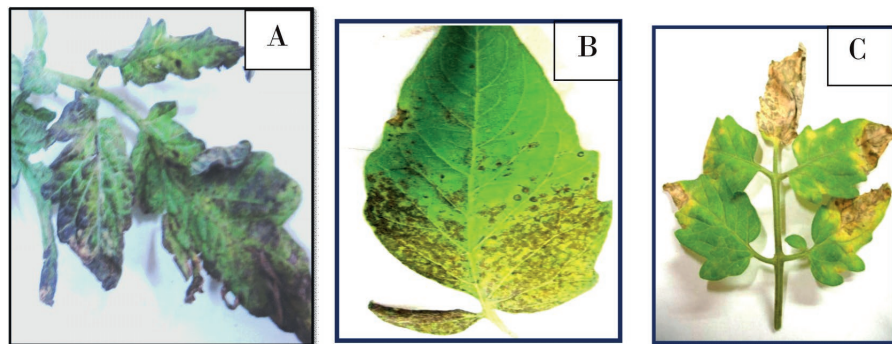


Figura 3. Síntomas causados por TCSV, en el cultivo del tomate. A) Coloración violácea en las hojas. B) Lesiones necróticas. C) Clorosis y necrosis en hojas.

Figura 3. Symptoms caused by TCSV in tomato crops. A) Violaceous coloration on the leaves. B) Necrotic lesions. C) Necrosis and chlorosis on the leaves

Durante el período 2017-2020 los síntomas observados en plantas de habichuela y en lechuga correspondieron a TCSV, los que consistieron en lesiones locales y necrosis respectivamente (Fig. 4).

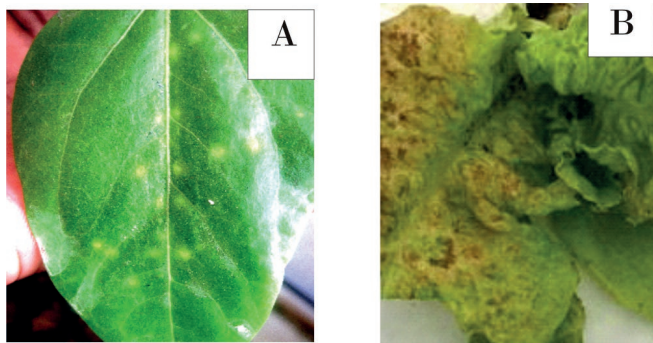


Figura 4. Síntomas en habichuela y lechuga, causados por TCSV. A) Lesiones locales cloróticas en hojas de *Vigna* spp. B) Necrosis en hojas de lechuga.

Figura 4. Symptoms caused by TCSV in *Vigna* spp. and lettuce leaves. A) Local chlorotic lesions in kidney beans leaves. B) Necrosis in lettuce leaves.

En relación con el establecimiento de un esquema de manejo para la relación *Orthotospovirus*-trips, el proceso es más complejo debido a características propias de estos insectos, como el ciclo biológico de estos vectores, ya que los adultos, para que infecten las plantas de tomate, es requisito que la primera larva se infecte, por la posición de los trips en las plantas, generalmente en las flores y la dificultad para detectarlos visualmente en condiciones de campo. Sin embargo, en Cuba se han tomado diferentes medidas para disminuir las altas poblaciones de estos vectores, como son los tratamientos en la semilla con Imidacloprid (Murguido *et al.*, 2002) y aplicaciones de bioplaguicidas (Almandoz *et al.*, 2019), entre otros.

Por otra parte, las inoculaciones de muestras de tomate procedentes de variedades no evaluados anteriormente reaccionaron al principio de forma similar en plantas de *Vigna unguiculata*, var. *sesquipedalis*, pero seguidamente mostraron síntomas de zonas violáceas y de lesiones locales rojizas sobre un mosaico de color amarillo (Fig. 5).

Este resultado nos llevó a considerar que pueden estar presentes otros géneros, especies y complejos virales aun no estudiados y que serán temas interesantes para futuras investigaciones.

La evolución de las virosis en el cultivo del tomate y con esta la aparición de las emergentes, que son aquellas no presentes anteriormente en Cuba, en este caso las especies incluidas en los géneros *Begomovirus*,

Orthotospovirus y *Crinivirus*, no solamente en Cuba, sino en diversos países, ha llevado a asumir técnicas de diagnóstico cada día más sensibles y confiables y a desarrollar, validar e implementar sistemas de manejos de plagas más actuales y basados, en muchos casos, en la epidemiología y en la relación cultivo, enfermedad y vector.

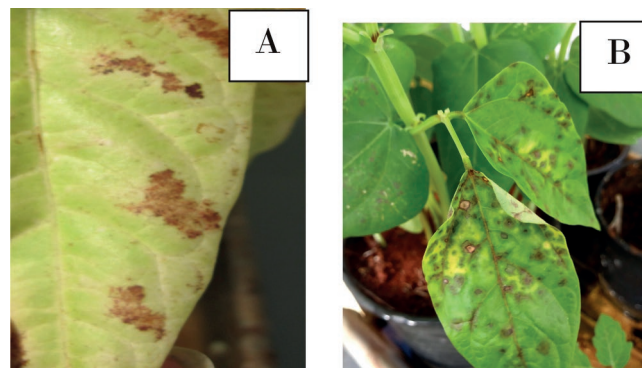


Figura 5. Síntomas causados por la inoculación a plantas de *Vigna* spp. con muestras de tomate procedentes de variedades e híbridos no antes evaluados. A) Zonas violáceas en las hojas. B) lesiones locales rojizas sobre un mosaico de color amarillo

Figure 5. Symptoms caused by inoculation of *Vigna* spp. with tomato samples, from varieties and hybrids, not previously evaluated. A) Violaceous areas on the leaves. B) Reddish local lesions over a yellow mosaic.

En lo referente a la aplicación de diferentes técnicas de diagnóstico, durante estos años se comprobó que está en dependencia de la especie viral. Algunas pueden ser las rutinarias, mientras que en el caso de las emergentes se requiere además la aplicación del diagnóstico molecular que debe ser realizado por un personal especializado debido al alto costo de reactivos y equipamiento (Tabla 2).

Las causas de esta emergencia, se propone que se deba a la ausencia de productos antivirales, al incremento internacional de intercambio de materiales, a los cambios en las prácticas culturales, a las nuevas especies de plagas vectoras, a la expansión de las especies ya conocidas, a la dificultad para el control, a la carencia de variedades resistentes y a los efectos del cambio climático como las tormentas, la sequía y las altas temperaturas (Hanssen *et al.* 2010).

Sin embargo, existen también las virosis reemergentes, que son aquellas, que por diferentes causas, pueden volver a incidir en el cultivo del tomate, como las que se presentaron en 1980-1990, por lo que las medidas orientadas y generalizadas en el país tienen que permanecer vigentes, y en todo caso enriquecerse con el desarrollo técnico de productores en los diferentes sistemas de producción.

Tabla 2. Técnicas de diagnóstico aplicadas en dependencia de las especies virales**Table 2. Applied diagnostic techniques according to viral species**

<i>Especie viral</i>	<i>Género</i>	<i>Técnicas de diagnóstico</i>
Virus del mosaico del tabaco	<i>Tobamovirus</i>	Biológicas, serológicas, microscópicas
Virus del mosaico del tomate	<i>Tobamovirus</i>	Biológicas, serológicas, microscópicas
Virus del mosaico del pepino	<i>Cucumovirus</i>	Biológicas, serológicas, microscópicas
Virus del grabado del tabaco	<i>Potyvirus</i>	Biológicas, serológicas, microscópicas
Virus de la mancha clorótica del tomate	<i>Orthospovirus</i> (emergente)	Moleculares
Virus del encrespamiento amarillo de las hojas del tomate	<i>Begomovirus</i> (emergente)	Moleculares
Virus clorosis del tomate	<i>Crinivirus</i> (emergente)	Moleculares

CONCLUSIONES

- En Cuba, hasta la actualidad las especies virales que afectan al cultivo del tomate pertenecen a los géneros *Tobamovirus*, *Potyvirus*, *Cucumovirus*, *Begomovirus*, *Orthospovirus* y *Crinivirus*
- Las técnicas convencionales de diagnóstico resultaron eficientes para determinar la etiología de las especies virales pertenecientes a los géneros *Tobamovirus*, *Potyvirus* y *Cucumovirus*.
- La aparición, por primera vez en Cuba, de las especies emergentes, incluidas en los géneros *Begomovirus*, *Orthospovirus* y *Crinivirus* desplazaron a las anteriores, con la consecuente disminución de áfidos vectores y las elevadas poblaciones de moscas blancas y de trips.
- La aplicación de técnicas moleculares para la determinación de las especies incluidas en los géneros *Begomovirus*, *Orthospovirus* y *Crinivirus*, constituyó un importante avance científico para profesionales, técnicos y para el desarrollo de la especialidad de Fitovirología en Cuba.
- La evolución de especies virales en el cultivo del tomate condujo a la generalización de esquemas de manejo de plagas, basados en la relación virus-cultivo-vector.
- Otros géneros y especies virales deben estar presentes en el cultivo del tomate que constituirán temas de investigaciones futuras.

RECOMENDACIONES

Mantener una vigilancia epidemiológica fitosanitaria constante por la posible aparición de nuevas enfermedades virales y el posible resurgir de las reemergentes.

REFERENCIAS

- Almandoz J., Fernández E., González G., Muiño B., Veitía M., Terry E., Martínez Zubiaur Y., Abreu R., Porras Á., Baró Y., Medina K., Díaz Y., Cárdenas R., Pino C., Rodríguez J., Carrillo Y., Sidorchuk L., González H. y Marrero Y., 2019. Perfeccionamiento del Manejo de Plagas en los cultivos de tomate, pimiento, pepino y melón en sistemas de cultivos protegidos. Premio Citma Provincial.
- Arencibia N., González G., 1986. Incidencia y valoración económica de las pérdidas en el cultivo del tomate en el hidropónico de Santiago de Cuba. *Ciencia y Técnica de la Agricultura. Protección de Plantas*. 9(5): 11-13.
- Baysal-Gurel F., Li R., Ling K. S., 2015. First, Report of *Tomato chlorotic spot virus* Infecting Tomatoes in Ohio. *Plant Disease*. 99(1): 163.
- Christie R., Edwardson E., 1977. Light and Electron Microscopy of Plant Virus Inclusions *Florida Agricultural Experimentation Station. Monograph*. Serie. 9: 150.
- Chirinos D., Güerere P., Geraud F., Romay G., Santana M., Bastidas L., 2009. Transmisión experimental de Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) por *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) a algunas solanáceas en Venezuela. *Revista Colombiana de Entomología* 35(1):22-27.
- Chu D., Wan F., Xu B., Wu Q., Zhang Y., 2008. Comparative analysis of population Genetic structure in *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes B and Q based on ISSR marker. *Agricultural Sciences in China*. 7 (11): 1348-1354.
- Clark M., Adams A., 1977. Characteristics of the Microplae of Method Enzyme LinkedImmunoabsorbent Assay (ELISA) for the Detection of Plant Viruses. *Journal of General Virology*. 34: 475-483.

- De Barro P., Liu S., Boykin L., Dinsdale A., 2011. Bemisia tabaci: A statement of species status. *Annual. Review of Entomology*. 56: 1-19.
- Fiallo E., Martínez Y., Hernández C., Carrillo J., Rivera R., 2009. Identificación de nuevos Begomovirus en Cuba mediante el empleo de la Amplificación por Círculo Rodante. *Revista de Protección Vegetal*. 24 (2): 81-86.
- FAOSTAT. 2007. Food and Agriculture Organization. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
- Geraud F., Chirinos D., Rivero G., 1995. Artrópodos asociados con el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolano*. 10(1): 31-49
- González G., Nieves C., Tsyplenkov A., 1981. Incidencia y distribución de enfermedades virales en el tomate en la Provincia de La Habana. *Ciencia y Técnica de la Agricultura. Protección de Plantas*. 4(1): 25-36.
- González G., Tsyplenkov A., 1983. Particularidades de la propagación de las enfermedades víricas de los tomates en Cuba. *Bulletin Instituto Zashchita restiarni. Leningrado*. 54: 15-26.
- González G., Nieves C., 1984. Incidencia y pérdidas económicas producidas por el virus del mosaico del tabaco en el hidropónico de San Cristóbal, Pinar del Río. *Ciencia y Técnica de la Agricultura. Protección de Plantas*. 7(3):1-3.
- González G., 1994. El virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV) en Cuba. Caracterización, incidencia y elementos de lucha para el programa de manejo integrado en el cultivo del tomate. Mayabeque. Cuba, Villa Clara: Universidad Agraria Marta Abreu Santa Clara. Tesis Doctoral presentada opcional al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.
- González G., Font C., Valdés S., 2002. Diagnóstico de virus vegetales a nivel de grupo en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*, L.) mediante la técnica de microscopía Óptica. *Fitosanidad*. 6 (3):3-7.
- González G., Martínez Y., Flores L., González H., Chang L., 2016. Distribución de Tomato chlorotic spot virus (TCSV) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Cuba. *Fitosanidad*, 20(1):39-43.
- Hanssen I., Lapidot M., Thomma B., 2010. Emerging Viral Diseases of Tomato Crops. *Current Review*. 23(5): 539-548.
- Jorda C., 1993. Técnicas clásicas en el diagnóstico viral. *Phytoma*. 5 (9): 19-20.
- Morales F., Anderson P., 2001. The emergence and dissemination of whitefly-transmitted Geminivirus in Latin America. *Archives of Virology*. 146:415-441.
- Morales F., Martínez A., Velasco A., 2002. Nuevos brotes de Geminivirus en Colombia. *Fitopatología Colombiana*. 26:76-78.
- Martínez Y., Peralta E., Quiñones M., De Blas C., 1998 Geminiviruses que afectan al cultivo del tomate en Cuba. Memorias VII Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. VII Taller Latinoamericano y del Caribe de Mosca Blanca y Geminiviruses. XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología División Caribe (APS CD). 26-30 de octubre, Managua, Nicaragua, 270 p.
- Martínez Y., De Blas C., Zabalgogezcoa I., Quiñones M., Castellanos C., Peralta E., Romero J., 1998. Habana tomato virus, a new bipartite geminiviruses *Archives of Virology*. 143:1757-1772.
- Martínez Y., Quiñones M., Fonseca D., Potter J., Maxwell D., 2002. First report of Tomato yellow leaf curl virus infecting bean (*Phaseolus vulgaris*) in Cuba. *Plant Disease*. 86:27.
- Martínez Y., Fonseca D., Palenzuela I., Quiñones M., 2003. Presence of Tomato yellow leaf curl in squash (*Curcubita pepo*) in Cuba. *Plant Disease*. 88(5):572.
- Martínez Y., 2008. First report of Tomato chlorosis virus infecting tomato in single and mixed infections with Tomato yellow leaf curl virus in Cuba. *Plant Disease*. 92(5).
- Martínez Y., Chang L., González H., Barbosa N., González G., 2016. First molecular evidence of Tomato chlorotic spot virus (TCSV) infecting tomatoes in Cuba. *Plant Disease Notes*. 100:9.
- Mumford R., Barker I., Wood K., 1996. An improved method for detection of Tospovirus using the polymerase chain reaction. *Journal of Virological Methods*. 57: 109-115.
- Murguido C., González G., Vázquez L., Nieves C., 1996. Preguntas y respuestas sobre mosca blanca (*B. tabaci*, *Gennadius*) transmisora del virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), Inisav, La Habana. Boletín Técnico, 10 p.
- Murguido C., Vázquez L., 2000. Manejo Integrado de plagas en el tomate. La Habana, *Boletín Fitosanitario*, 6 (1), 20 p.
- Murguido C., Vázquez L., Gómez O., 2002: Informe sobre el alcance del programa de manejo integrado de la mosca blanca y los geminiviruses en tomate y frijol en Cuba. *Protección Vegetal*. 17(2): 77-8.
- Murguido C., Elizondo A., 2002. Efectividad de insecticidas químicos en el control de Thrips palmi Karny en el cultivo de la papa. *Fitosanidad* 6(3):41-45.
- Ouchterlony O., 1968. Handbook of immunodiffusion and immunoelectrophoresis *Ann. Arbor Science Publisher INC*. 215 p.
- Polston J., Anderson P., 1997. The emergence of whitefly-transmitted Geminivirus in tomato in the western hemisphere *Plant Diseases*. 81:1358-1369.
- Quiñones M., Fonseca D., Acotto G., Martínez Y., 2002 First report of tomato yellow leaf curl virus infecting Pepper plants in Cuba. *Plant Diseases*. 86:73.
- Ramos P., Guerra O., Peral R., Oramas P., Guevara R., Rivera R., 1997. Taino tomato mottle virus, a new bipartite Geminivirus from Cuba. *Plant Disease* 81:1095.