

EL SUELO COMO FUENTE DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN HORTALIZAS

ALMUDENA SIMÓN MARTÍNEZ, MARIA DEL CARMEN GARCÍA GARCÍA
DIRK JANSSEN, ISABEL MARÍA CUADRADO GÓMEZ.

IFAPA Centro La Mojonera, Almería
Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía

INTRODUCCIÓN

Los cultivos hortícolas bajo abrigo desarrollados en la provincia de Almería ocupan unas 27.000 ha., y se cultivan mayoritariamente en suelo. La desinfección de suelos es una práctica cultural generalizada y necesaria, sobre todo cuando en ciertas ocasiones, se practica el monocultivo. Un menor rendimiento e infecciones aisladas o mixtas de determinados patógenos de suelo son las causas fundamentales para acometer una desinfección de suelo. La solarización mixta con metam-sodio o dicloropropeno es el método de desinfección más utilizado, siendo la frecuencia habitual de su práctica cada año o cada dos años (Céspedes y col., 2009).

En la actualidad están teniendo lugar tanto restricciones en el uso de desinfectantes de suelo de origen químico, como múltiples investigaciones con métodos biológicos de reducción de patógenos del mismo. Determinados patógenos, incluidos los virus, desarrollan su ciclo de vida total o parcialmente en el suelo, ejerciendo parasitismo en hortícolas. Este es el motivo de considerar interesante realizar una revisión de los virus transmitidos por suelo en hortalizas.

Aparte de los métodos de control químico tradicionalmente aplicados en la desinfección del suelo en cultivos hortícolas protegidos, actualmente se pueden destacar otras alternativas de desinfección de suelo como son la solarización, la biofumigación y la biosolarización.

El suelo constituye una de las principales fuentes de entrada de patógenos en cultivos hortícolas en invernadero, con el agravante de que la mayoría se conservan en éste durante prolongados periodos de tiempo, constituyendo una importante fuente de inóculo y/o diseminación de los mismos.

Algunos insectos, nematodos, hongos, bacterias y virus son fitoparásitos que afectan a la producción de nuestras hortalizas y pueden desarrollar su ciclo vital, total o parcialmente en el suelo.

Varios elementos contribuyen a la gravedad de estas enfermedades, existen múltiples factores agroclimáticos tales como la cálidas temperaturas, favorables tanto para el desarrollo de las plantas como para los insectos vectores, la humedad, los densos marcos de plantación que facilitan el contacto entre plantas sanas y enfermas y la rotación sucesiva de monocultivos durante bastantes meses del año.

Desde inicios de la década de los 80 se conocían varias virosis afectando a las hortalizas de invernadero en Almería, tales como TMV, PVY, CMV, WMV-2 y ZYMV (Luis Arteaga M., comunicación personal y Cuadrado I.M. y Gómez J. 1983), pero ha sido en los últimos años cuando las virosis han llegado a ser un problema de primera magnitud, siendo consideradas como los principales agentes productores de mermas económicas, tanto por el aumento en la incidencia de algunas de ellas, como por la llegada de nuevas virosis.

La epidemiología de las virosis es muy compleja, ya que los síntomas causados por los virus en los cultivos son muy diversos y fácilmente atribuibles a otros patógenos o desórdenes fisiológicos de la propia planta. Utilizan como vectores: el contacto suelo-raíces, semillas, insectos, nemátodos, polen, lixiviados, así como ciertos hongos presentes en el suelo como *Olpidium bornovanus* y *Olpidium virulentus*.

En Almería se han descrito ToMV, PMMoV, TMGMV y CGMMV (*Tobamovirus*), SBMV (*Sobemovirus*), MNSV (*Carmovirus*), CLSV (*Aureusvirus*), TBSV (*Tombusvirus*), TNV (*Necrovirus*) y PepMV (*Potexvirus*) como virus que pueden transmitir enfermedades a través de suelo.

En general estos virus, tienen un relativamente amplio rango de hospedantes y son fáciles de transmitir mecánicamente. Para su control, es necesario actuar sobre los vectores de transmisión.

Los tobamovirus (ToMV, PMMoV, TMGMV y CGMMV) son muy estables y pueden retener su capacidad infectiva en restos vegetales durante mucho tiempo. Son muy importantes las transmisiones mecánicas durante las operaciones de cultivo. Su sintomatología es similar en todos ellos pudiendo variar en intensidad. Las hojas jóvenes presentan un moteado verde claro-amarillo. En hojas adultas aparece un ligero rizamiento y formas irregulares, enanismo de la planta además de manchas y deformaciones en los frutos. El virus del mosaico del sur de la judía (SBMV), se transmite por semilla y polen así como por coleópteros foliares, estando citados *Cerotoma trifurcada*, *Epilachna varivestis* y *Oothea mutabilis*, dependiendo de la cepa del virus. Causa mosaico y moteado en judía, chícharo y soja. En judía, además puede desarrollar fruncido de hojas, necrosis de venas, defoliación y síntomas marcados en las vainas. El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV), se transmite por semilla, ligando su presencia y extensión a la presencia del hongo *Olpidium bornovanus*. Causa lesiones cloróticas que evolucionan hasta la necrosis, pudiendo ser internerviales, además de estrías en pecíolos y tallos. Puede originar un marchitamiento rápido que acaba en la muerte de la planta. El virus de la mancha de la hoja del pepino (CLSV), se transmite también por *Olpidium bornovanus* originando manchas cloróticas con el centro marrón necrótico sobre las hojas del pepino, un fuerte enanismo y retraso en la floración. Estos síntomas pueden acabar desapareciendo con el tiempo. El virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV), se transmite mecánicamente causando necrosis en los ápices de los tallos, con desarrollo de necrosis secundarias, proliferación de tallos laterales, clorosis apical, necrosis de nervios foliares, pecíolos y tallos. El virus de la necrosis del tabaco (TNV), se transmite por el hongo *Olpidium brassicae* causando necrosis localizadas en las plantas afectadas. El virus del mosaico del pepino dulce (PepMV), se transmite por semilla y se expande rápidamente de forma mecánica. Puede provocar la “muerte súbita de la planta”, normalmente se expresa mediante mosaicos de

diversos tonos e intensidades, filiformismo de foliolos, rizado e abullonado internervial de hojas, estrías en tallos y cáliz, manchas y madurez irregular en fruto.

OBJETIVO

Este trabajo consiste en una recopilación de los virus de hortalizas transmitidos por suelo y descritos en la horticultura de Almería, pudiéndose diferenciar, por su modo de transmisión, los virus por contacto con raíces infectadas o con la propia solución del suelo y aquellos cuyo vector es un hongo del género *Olpidium*. Se procederá a la especificación de género, especie, vector y principales cultivos huéspedes de los virus relacionados. Igualmente, se aporta información sobre su primera cita a nivel de España.

VIRUS CAUSANTES DE ENFERMEDADES A TRAVÉS DEL SUELO Y DESCRITOS EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA QUE AFECTAN A HORTALIZAS.

Entre los virus que se transmiten por contacto con el suelo o con raíces enfermas se encuentra el género *Tobamovirus*, compuesto por virus que afectan fundamentalmente a solanáceas, tales como ToMV, PMMoV, TMGMV y también a cucurbitáceas, como CGMMV. Otros, como el SBMV, del género *Sobemovirus*, realizan su transmisión, además, por polen.

Diferentes especies fúngicas de suelo del género *Olpidium* están descritas como vectores de virus de hortalizas, tales como *O. bornovanus* para MNSV y CLSV, *O. brassicae* para TNV y *O. virulentus* para PepMV. (*Olpidium bornovanus* se corresponde con el antiguo *Olpidium radicale*, asimismo *Olpidium brassicae* actualmente es denominado *Olpidium virulentus*, excepto si se trata de crucíferas; (Campbell, 1988; Herrera-Vásquez y col., 2009)

A nivel de campo, ToMV, PMMoV, TMGMV, CGMMV, SBMV y PepMV son virus con una mayor incidencia en las últimas campañas, siendo menos frecuentes o prácticamente inexistentes MNSV, CLSV, TBSV y TNV.

La relación de virus causantes de enfermedades en suelo y descritos en la provincia de Almería que afectan a hortalizas se encuentra en la tabla 1. En la tabla 2 aparecen las primeras citas en España para estos virus.

El uso de semillas exentas de virus y/o desinfectadas, el empleo de cultivares y patrones de hortalizas resistentes y su alternancia, la rotación de cultivos, la aplicación de soluciones desinfectantes para útiles de trabajo, sustratos sanitariamente aptos y la desinfección de suelo con técnicas respetuosas, son métodos de control indispensables para mantener la sanidad de nuestros cultivos respecto a enfermedades transmitidas por suelo y se debe utilizar de forma integrada. Por todo ello, el asesoramiento de técnicos y especialistas resulta imprescindible.

La investigación agrícola continúa teniendo como reto encontrar alternativas eficientes, ambiental y económicamente sostenibles, para el control de patógenos presentes en el suelo.

TABLAS

GÉNERO	ESPECIE	VECTOR	PRINCIPALES CULTIVOS HUÉSPEDES
TOBAMOVIRUS	ToMV , <i>Tomato mosaic virus</i>	<ul style="list-style-type: none"> . Contacto aéreo . Contacto suelo-raíces . Semilla . Ciertos insectos . Nematodos 	pimiento, tomate, berenjena
	PMMoV , <i>Pepper mild mottle virus</i>		pimiento
	TMGMV , <i>Tobacco mild green mosaic virus</i>		pimiento
	CGMMV , <i>Cucumber green mottle mosaic virus</i>		pepino, sandía, melón
SOBEMOVIRUS	SBMV , <i>Southern bean mosaic virus</i>	<ul style="list-style-type: none"> . Contacto aéreo . Contacto suelo-raíces . Polen . Semilla 	judía
CARMOVIRUS	MNSV , <i>Melon necrotic spot virus</i>	Suelo- <i>O. bornovanus</i>	pepino, sandía, melón
AUREUSVIRUS	CLSV , <i>Cucumber leaf spot virus</i>	Suelo- <i>O. bornovanus</i>	pepino
TOMBUSVIRUS	TBSV , <i>Tomato bushy stunt virus</i>	Suelo-lixiviado	pimiento, tomate, berenjena
NECROVIRUS	TNV , <i>Tobacco necrosis virus</i>	Suelo- <i>O. brassicae</i>	pepino
POTEXVIRUS	PepMV , <i>Pepino mosaic virus</i>	<ul style="list-style-type: none"> . Contacto aéreo . Contacto suelo-raíces . Polen y Semilla . Suelo-<i>O. brassicae</i> 	tomate

Tabla 1. Virus causantes de enfermedades en suelo y descritos en la provincia de Almería que afectan a hortalizas.

VIRUS	AÑO	CITA	AUTORES
ToMV	1977	La “goma” del tomate. Su relación con el TMV	Jordá C, Alfaro A
PMMoV	1989	A tobamovirus causing heavy losses in protected pepper crops in Spain	Alonso E, García Luque I, Avila-Rincón MJ, Wicke B, Serra MT, Díaz-Ruiz JR
TMGMV	1991	High genetic stability in natural populations of the plant RNA virus tobacco mild green mosaic virus	Rodríguez-Cerezo E, Elena F, Moya A, García-Arenal F
CGMMC	1996	First report of Cucumber green mottle mosaic Tobamovirus infecting greenhouse-grown cucumber in Spain	Celix A, Luis-Arteaga M, Rodríguez-Cerezo E
SBMV	2003	Southern bean mosaic virus the causal agent of a new disease of Phaseolus vulgaris beans in Spain	Verhoeven JThJ, Roenhorst JW, Lesemann DE, Segundo E, Velasco L, Ruiz L, Janssen D, Cuadrado IM
MNSV	1993	El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería. I. Importancia del MNSV como causa de la muerte súbita del melón	Cuadrado IM, Gómez J, Moreno P
CLSV	2001	First Report of Cucumber leaf spot virus in Spain	Segundo E, Janssen D, Velasco L, Ruiz L, Cuadrado I M
TBSV	1995	First report of tomato bushy stunt virus in Almería (Spain)	Cuadrado IM, Guerra-Sanz JM, Garcia C, Aguilar MI, Moreno P
TVN	2004	La sanidad de los cultivos hortícolas sobre sustratos en el sur de España	Saéz E et al. Citado por Gómez J (2004)
PepMV	2001	First Report of Pepino mosaic virus on Tomato in Spain	Jordá C, Lázaro Pérez A, Martínez-Culebras P, Abad P, Lacasa A, Guerrero MM

Tabla 2. Primeras citas en España de virus descritos en suelo

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, E., García Luque, I., Ávila Rincón, M.J., Wicke, B., Serra, M.T., Díaz Ruiz, J.R. (1989). A tobamovirus causing heavy losses in protected pepper crops in Spain. *Journal of Phytopathology*, 125: 67-76.
- Campbell, R.N. (1988). Cultural characteristics and manipulative methods, In: *Viruses with Fungal Vectors*, Cooper J.I., and Asher M.J.C. (Eds), Association of Applied Biologists, Wellesbourne, U.K, pp. 153-165.
- Céliz, A., Luis-Arteaga, M., Rodríguez-Cerezo, E. (1996). First report of Cucumber green mottle mosaic tobamovirus infecting greenhouse-grown cucumber in Spain. *Plant Disease* 80: 1303.
- Córdoba C., Martínez Ll., Saval P., Lacasa A., Jordá C. (2004). Relación entre la infección con PepMV (Pepino mosaic virus) y la presencia de *Olpidium brassicae*, en raíces como causa del síndrome del "Colapso" del tomate. XII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Lloret de Mar (Girona).
- Córdoba M.C., García A., Alfaro A., Jordá C., (2007). Seed transmission of Pepino mosaic virus and efficacy of tomato seed disinfection treatments. *Plant Disease* 91: 1250-1254.
- Córdoba M.C., Martínez-Priego Ll., Jordá C. (2004). New natural hosts of Pepino mosaic virus in Spain. *Plant Disease* 88: 906.
- Cuadrado, I.M., Gómez, J., Moreno, P. (1993). El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería. I. Importancia del MNSV como causa de la muerte súbita del melón. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 19: 93-106.
- Cuadrado Gómez, I.M., (1994). Las virosis de las hortalizas en los cultivos de invernadero de Almería. Comunicación I+D Agroalimentaria 3/93. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Servicio de Publicaciones y Divulgación. I.S.B.N.: 84-87564-80-1.
- Cuadrado, I.M., Guerra-Sanz, J.M., García, C., Aguilar, M.I., Moreno, P. (1995). First report of tomato bushy stunt virus in Almería (Spain). *Plant Disease* 79: 1186.
- Fraile, A., Malpica, J.M., Aranda, M.A., Rodríguez-Cerezo, E., García-Arenal, F. (1996). Genetic diversity in tobacco mild green mosaic tobamovirus infecting the wild plant *Nicotiana glauca*. *Virology* 223: 148-155.
- Gómez, J., Cuadrado, I., Velasco, V. (1993). El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería. II. Eficacia de la desinfección del suelo frente a MNSV. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 19: 179-186.
- Gómez, J., Cuadrado, I., Velasco, V. (1993). El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería. III. Eficacia del injerto del melón para combatir el MNSV. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 19: 187-192.
- Herrera-Vásquez, J.A., Cebrián, M.C., Alfaro-Fernández, A., Córdoba-Sellés, M.C., Jordá, C. (2009). Multiplex PCR assay for the simultaneous detection and differentiation of *Olpidium bornovanus*, *O. brassicae*, and *O. virulentus*. *Mycological Research*, 113: 602-610.
- Jordá C., Lázaro A. Martínez-Culebras P., Lacasa A. (2001). First report of Pepino mosaic virus on natural host. *Plant Disease* 85: 1292.
- Jordá C., Lázaro A., Font, I., Lacasa A., Guerrero M.M., Cano A. (2000). Nueva enfermedad en el tomate. *Phytoma* nº 119: 23-28.

- Jordá C., Alfaro A. (1977). La “goma” del tomate. Su relación con el TMV. Congreso Nacional Sociedad Española de Microbiología. Sección Fitopatología. Madrid.
- Jordá, C., Vicente, E., Alfaro, A. (1979). La “goma” del tomate, un grave problema del fruto. INIA, 295-301.
- Juárez, M., Ortega A., Aucejo S., Jordá C. (2000). La situación del virus del cribado del melón en el Levante español. X Congreso de la S.E.F. Valencia 3-6 Octubre, p. 325
- Lázaro A., Martínez-Culebras P., Lacasa A., Hita I., Jordá C. (2000). A new disease in tomato crops caused by *Pepino mosaic virus* (PepMV). Diagnosis by different techniques. Proceedings of the 5th Congress of the European Foundation for Plant Pathology. Taormina.
- Marte M., Wetter C. (1986). Occurrence of pepper mild mottle virus in pepper cultivars from Italy and Spain. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 93: 37-43.
- Moya, A., Rodríguez-Cerezo, E., García-Arenal, F. (1993). Genetic structure of natural populations of the plant RNA virus tobacco mild green mosaic virus. *Molecular Biology and Evolution* 10: 449-456.
- Rodríguez-Cerezo E, Elena F, Moya A, García-Arenal F (1991) High genetic stability in natural populations of the plant RNA virus tobacco mild green mosaic virus. *Journal of Molecular Evolution*, 32: 328-332.
- Saez Alonso, E., Luis Arteaga, M., Rodríguez Cerezo, E., García Arenal, F. (1995). El virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV): Un nuevo patógeno en los cultivos de tomate y berenjena de Almería. *Phytoma-España* 68: 28-30.
- Saéz E et al. (sin publicar) citado en Gómez J. (2004). La sanidad de los cultivos hortícolas sobre sustratos en el sur de España. Pp. 523-538, en: *Tratado de cultivos sin suelo*. M. Urrestarazu Gavilán (Ed.) Mundi Prensa Libros S.A. 914 páginas. ISBN: 84-8476-139-8.
- Segundo, E., Gil-Salas, F.M., Jansen, D., Martín, G., Cuadrado, I.M. and Remah, A. (2004). First report of *Southern bean mosaic virus* infecting french bean in Morocco. *Plant Disease* 88: 1162.
- Segundo, E., Jansen D., Velasco L., Ruiz L., Cuadrado I. (2001). First report of Cucumber leaf spot virus in Spain. *Plant Disease* 85: 1123.
- Soler S., Prohens J., Nuez F. (2000). El virus del mosaico del pepino dulce en el cultivo del tomate. *Vida Rural* 119: 48-52.
- Verhoeven, J.Th.J., Roenhorst, J.W., Lesemann, D.E., Segundo, E., Velasco, I., Ruiz, L. Jansen, D., Cuadrado, I.M. (2003). *Southern bean mosaic virus* the causal agent of a new disease of *Phaseolus vulgaris* in Spain. *European Journal of Plant Pathology* 109: 935-941.

FOTOS



Síntomas de TBSV en fruto de tomate.



Síntomas de ToMV en hoja de tomate.



Síntomas de CGMMV en hoja de pepino.



Síntomas de CGMMV en fruto de pepino.



Solarización, desinfección de suelo en invernadero