

El virus del desorden amarillo de la judía y su repercusión agroeconómica

Dirk Janssen, Germán Martín, M^a del Carmen García y Isabel M^a Cuadrado (IFAPA Centro "La Mojonera-La Cañada", Junta de Andalucía, La Mojonera (Almería))

La aparición en 2003 de un nuevo virus, Bean yellow disorder virus o virus del desorden amarillo de la judía (BnYDV), amenazó con terminar el cultivo de judía para consumo en fresco, en los invernaderos del sudeste de Andalucía. El virus es transmitido eficientemente por la mosca blanca *Bemisia tabaci* y produce amarilleo en las hojas, reduce el crecimiento de la planta y causa deformaciones en los frutos. Sin embargo, el rango de especies de plantas sensibles es bastante reducido y en las zonas geográficas afectadas, donde se ubican los invernaderos con cultivos intensivos de hortalizas, se limita precisamente a la judía. Desde el auge de la enfermedad del amarilleo en los años 2004-2005, la incidencia se redujo gradualmente conforme los productores mejoraron las medidas de exclusión del vector de los invernaderos y recientemente por el uso masivo de control biológico de plagas en otros cultivos. A su vez, la preocupación por el nuevo virus y la creciente competencia de otros países productores de judía verde ha tenido como consecuencia una reducción drástica en la superficie dedicada a este cultivo. Actualmente, la enfermedad del amarilleo de la judía se encuentra bajo control, pero no en la manera que cabría esperar, sino por una gran disminución de este cultivo.

PALABRAS CLAVES: judía, *Bean yellow disorder virus*, epidemiología, control.

Desde hace varias décadas, el cultivo de judía para consumo en fresco en España ha representado un valor agro-económico importante. El 36% de la superficie total dedicada a este cultivo se realiza bajo abrigo, según datos del Anuario de Estadística Agroalimentaria del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2006. El invernadero genera un ambiente propicio para el desarrollo del cultivo: permite obtener productos fuera de época de forma precoz, ya que se dota a la planta del clima óptimo que reduce su ciclo vegetativo y esto repercute en una mejor cotización de los frutos, con mayores producciones y calidad. En las provincias con más producción, Almería, Granada y Málaga, la superficie de judía cultivada en invernadero representa el 97%, 75% y 87%, respectivamente de la superficie total de judía, con un rendimiento medio de 19.087 Kg/ha (campaña 2005/2006). Sin embargo, el cultivo de judía verde bajo abrigo no ha conocido el mismo éxito que otras hortalizas, como tomate, pimiento o pepino.

Esto es debido a que requiere una elevada mano de obra para su recogida y a que es muy sensible a enfermedades que producen podredumbres, usuales en los cultivos en invernadero, lo cual hace que generalmente sea cultivada por productores especializados, capaces de alcanzar una alta rentabilidad en este cultivo.

Un nuevo virus

La rentabilidad del cultivo intensivo en invernadero se ve afectada en mayor o menor medida por infecciones víricas, como *Tomato yellow leaf curl virus*, *Tomato spotted wilt virus*, o *Southern bean mosaic virus*, aunque un buen manejo permite un control adecuado (CUADRADO y col., 2004; SEGUNDO y col., 2008). Sin embargo, durante el otoño de 2003, se observó una nueva enfermedad, con síntomas reminiscentes de problemas nutricionales, que consistían en un moteado y amarilleo internervial de las hojas, combinado con una rigidez quebradiza de

las mismas, y observable en la parte media y baja de las plantas (Figura 1). Los cultivos afectados tuvieron un crecimiento reducido, con menor producción, y se observaron frutos con forma de ganchillo (Figura 2). Dichos cultivos se encontraban en invernaderos infestados de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) (Figura 2). La incidencia de la enfermedad subió del 34 al 50% en los invernaderos productores de judía, entre 2004 y 2005 (SEGUNDO y col., 2008). A continuación se describió un nuevo virus como agente causal de la enfermedad: el virus del desorden amarillo de la judía, *Bean yellow disorder virus* (BnYDV), que fue caracterizado como el primer crinivirus que infecta a plantas de la familia *Leguminosae* (SEGUNDO y col., 2004).

Transmisión por mosca blanca

Los crinivirus constituyen un género de virus etiquetado como "emergente" ya que cada vez más

Agricultura Limpia
sin residuos



CILUS[®] PLUS

**Para
mantener
sanas las
raíces de sus
plantas**



ITHEC

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.

Viladomat 321, 5º - 08029 BARCELONA - Tel. 93 495 25 00 - Fax 93 495 25 02 - E-mail: masso@cqm.es
www.massoagro.com

se encuentran nuevas especies de virus incluídas en este género, infectando a más cultivos y en más partes del mundo. La globalización y el consecuente aumento del tráfico de material vegetal y sobre todo de su vector, *B. tabaci*, pueden considerarse responsables de este fenómeno. Esta mosca blanca no solamente es transmisora de crinivirus, sino también de carlavirus (*Cowpea mild mottle virus*), ipomovirus (*Cucumber vein yellowing virus*, CVYV), begomovirus (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV), luteoviridae/polerovirus (*Potato leaf roll virus*) y *Tomato torrado virus* (picornalike/Secoviridae: Torradovirus).

Los crinivirus de mayor importancia en España son el virus del amarilleo en pepino (*Cucurbit yellow stunting disorder virus*, CYSDV) y el virus del amarilleo en tomate (*Tomato chlorosis virus*, ToCV). La secuenciación completa del genoma de BnYDV reveló que tenía similitudes con el de ToCV y, sobre todo, con el de CYSDV, pero a la vez mostró importantes diferencias, suficientes para considerarla una especie distinta (MARTÍN y col., 2008).

Cuando lo comparamos con otros patosistemas, la eficiencia de transmisión de BnYDV por *B. tabaci* es muy alta: 1 solo individuo tiene más del 30% de probabilidad de infectar a una planta, y esta probabilidad asciende al 50% cuando hay 2 individuos de mosca blanca infectados. La relación entre mosca blanca y crinivirus es de forma semipersistente, es decir, el virus no circula dentro del insecto y existe una correlación entre la duración del tiempo de adquisición del virus y la probabilidad de adquisición del mismo. En el caso de BnYDV también encontramos esta relación de forma lineal, así, la mitad de moscas blancas adquieren el virus tras 3 horas, y todas lo hacen tras 7 horas de alimentación sobre una planta infectada. En cambio, el vector requiere alimentarse de 12 a 24 horas para infectar con BnYDV al 50 y 100% de las plantas sanas respectivamente. La relación semipersistente entre crinivirus y mosca blanca implica periodos de retención por tiempos limitados, y dependiendo del virus y el patosistema este tiempo puede ser de 1 a 9 días. No obstante, en el caso de BnYDV, este periodo puede ser extremadamente largo y un adulto de *B. tabaci* virulífero es capaz de infectar plantas de judía hasta 2 semanas después de adquirir el virus (MARTÍN y col., 2011).

Plantas huésped

Los diferentes crinivirus tienen diferentes rangos de plantas huésped. Así, CYSDV infecta



Figura 1. Un cultivo joven de judía en invernadero afectado por BnYDV (izquierda). Síntomas de amarilleo internerval en hojas (derecha).

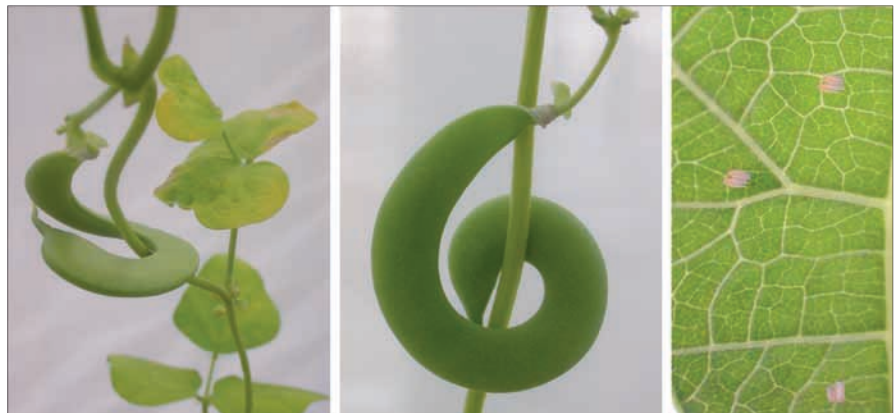


Figura 2. Frutos de judía afectados por BnYDV (izquierda y centro). Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en hoja de judía (derecha).

principalmente a miembros de las cucurbitáceas, pero también se ha encontrado en especies de otras 7 familias botánicas. ToCV infecta a especies de 7 familias botánicas, incluyendo la especie principal, el tomate. En cambio, BnYDV tiene un rango de plantas huésped bastante reducido y es incapaz de infectar especies hortícolas de las familias de solanáceas ni de cucurbitáceas. Es más, de las especies de leguminosas, solamente infecta judía (*Phaseolus vulgaris* L.), guisante (*Pisum sativum* L.), tirabeque (*P. sativum* L. subsp. *sativum* var. *Macrocarpon*), lenteja (*Lens culinaris* Medik.) y haba (*Vicia faba* L.), mientras que no son huéspedes el frijol tepari (*P. acutifolius* A. Gray), soja (*Glycine max* (L.) Merr.), garbanzo (*Cicer arietum* L.), y caupí (*Vigna unguiculata* L.). La infección en lenteja y haba es asintomática, y solamente en guisante, judía y tirabeque se observan los síntomas típicos de amarilleo internerval en hoja. Además, las muestras de 30 especies de plantas espontáneas, pertenecientes a

9 familias botánicas diferentes, recogidas de los alrededores de invernaderos de judía con BnYDV han sido analizadas mediante RT-PCR y en ninguna se detectó el virus (MARTÍN y col., 2011).

Evolución en los cultivos

La aparición y rápida difusión de BnYDV en los invernaderos de Andalucía oriental ha tenido consecuencias fatales para un cultivo que, aunque rentable, venía sufriendo desde hace años la competencia de terceros países como Marruecos y Kenya. Mientras que la superficie de judía para consumo en fresco en las provincias de Málaga y Granada fue más o menos constante entre los años 2000 y 2008, en Almería ha sufrido un descenso paulatino, de 4500 ha en 1999 y 5000 ha en 2000, hasta 921 ha en 2009, y 776 ha en 2010 (Figura 3). La complejidad del cultivo, así como sus altos costes por la elevada mano de obra requerida, desanimó al sector productor de la provincia de



Uniendo esfuerzos para ofrecer calidad

Joining efforts to offer quality



Almería en los años 2004 y 2005, años en los que el rendimiento medio del cultivo se redujo hasta el 68%, coincidiendo con la máxima incidencia de BnYDV (Figura 4). Dicho rendimiento se recuperó en gran parte a partir del año 2006-2007, pero no restauró la confianza del sector agrario local y la superficie dedicada al cultivo persistió en su caída libre. Sin embargo, las evoluciones de superficie y producciones de judía para el mercado en fresco de Almería, Granada y Málaga dan lugar a algunas apreciaciones interesantes. Mientras que el rendimiento medio en Almería bajó en los años 2004-2006, en Granada no solamente se mantuvo sino que ha ido subiendo a lo largo de los años, llegando a las cotas propias de Almería antes de la entrada de BnYDV.

Durante la cúspide de las infecciones por BnYDV 2004-2005, pese a estar delante de una enfermedad desconocida, se pudieron observar cómo los cultivos en invernaderos con un buen cerramiento frente a mosca blanca, padecían menos la enfermedad y por ello, menos pérdida de producción. En el pasado, los productores de tomate y pepino han aprendido a asociar, bajo asesoramiento técnico, el control de virus (TYLCV y CVYV respectivamente) con la necesidad de instalar mallas y cerramientos adecuados para evitar la entrada del vector *B. tabaci* al invernadero. Estas observaciones y la experiencia obtenida en los cultivos de tomate y pepino llevaron a los productores de judía a aplicar las mismas normas en cuanto a la entrada de insectos vectores en los invernaderos. A partir del 2006 empezó a descender la incidencia de BnYDV (Figura 5), lo cual parece obedecer al típico fenómeno observado cuando un nuevo patógeno arrasa con el cultivo, logrando ocupar un nuevo nicho ecológico en condiciones óptimas, seguido por un descenso en su incidencia. De momento esta evolución parece lógica, a pesar de la eficiente transmisión por *B. tabaci* y al reducido rango de huéspedes del virus, dentro del contexto de la horticultura intensiva del sudeste de España, limitándose a los propios cultivos de judía. Pero la paulatina reducción en la superficie de judía y la mayor inversión en dispositivos para la exclusión de mosca blanca de los cultivos, han sido claves para conseguir un control del virus a niveles económicamente aceptables.

La importancia de un buen control físico de mosca blanca como medida de protección contra BnYDV se mostró en un estudio realizado en IFAPA Centro La Mojonera (Almería), donde la judía fue cultivada en invernaderos convencionales e invernaderos similares pero provistos de una

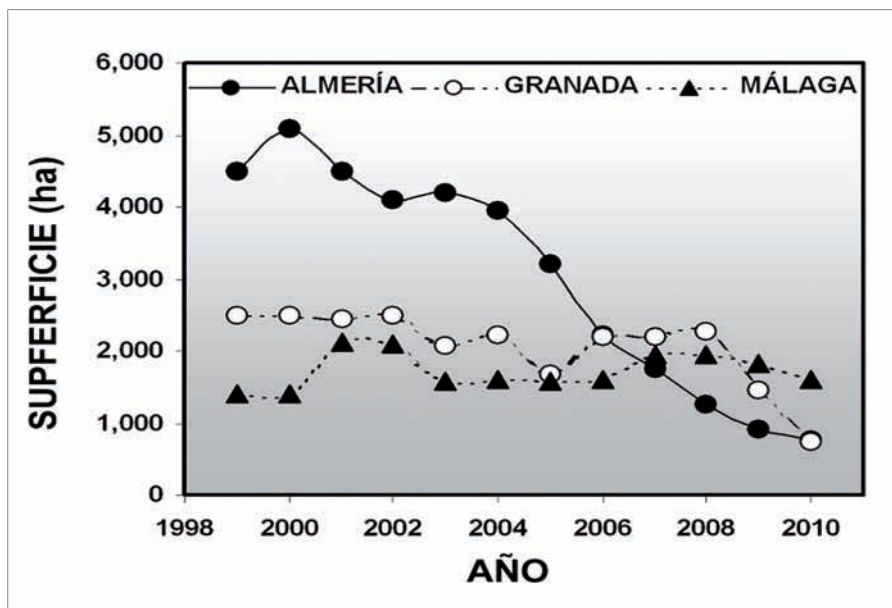


Figura 3. Evolución de la superficie de invernaderos de cultivo de judía para consumo en fresco (Fuente: Junta de Andalucía).

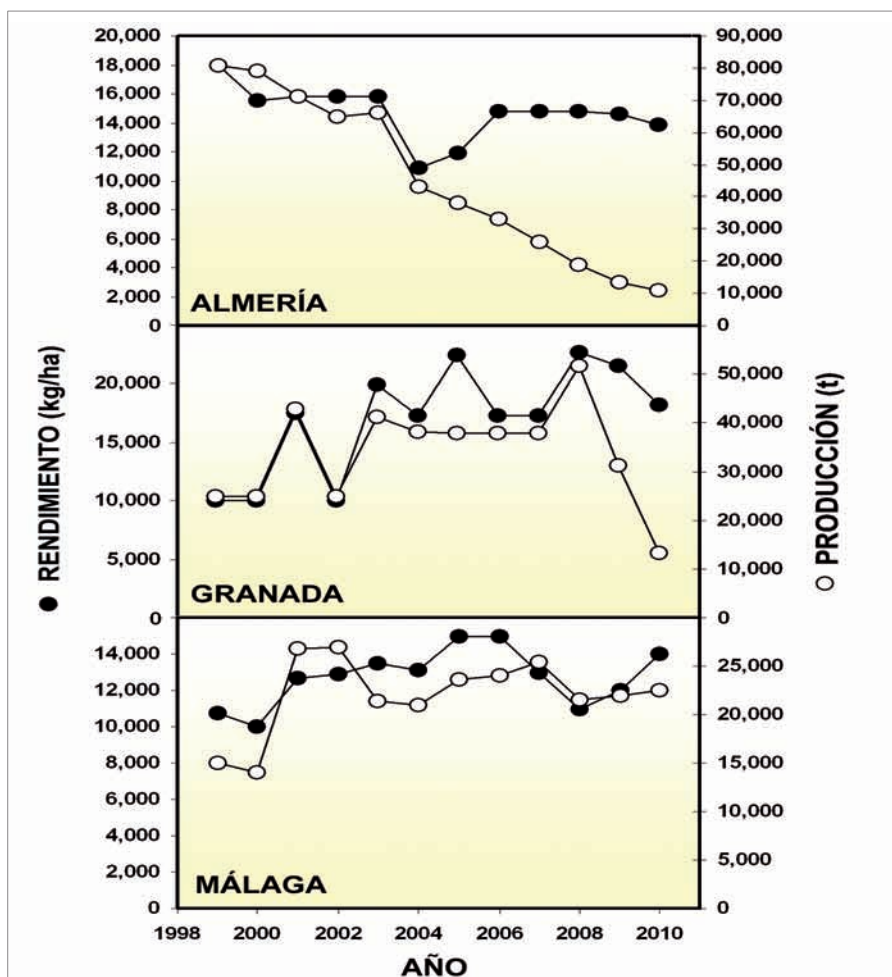


Figura 4. Evolución de las producciones total y relativa de judía en invernadero para consumo en fresco (Fuente: Junta de Andalucía).

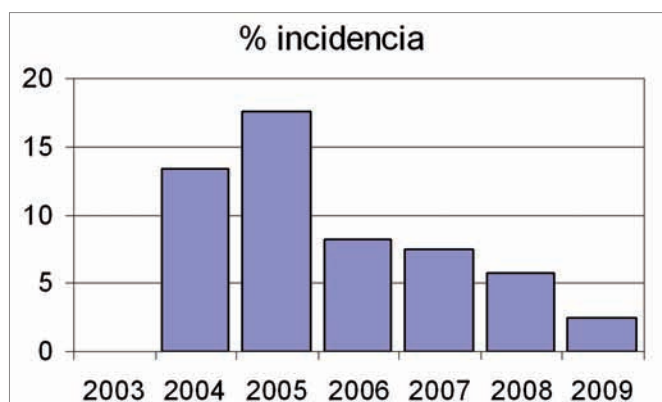


Figura 5. Evolución de la incidencia de BnYDV desde su aparición en otoño del 2003 en muestreos aleatorios de plantas en invernaderos de judía (Fuente: IFAPA).

estructura interna con mallas anti-trips (10x20 hilos/cm²), montadas de forma continua. La Tabla 1 muestra cómo las medias de infestaciones de *B. tabaci* por planta y los porcentajes de plantas infectadas por BnYDV fueron significativamente más bajos en invernaderos con una protección física mejorada; además, evolucionaron hasta niveles despreciables entre los años 2007 y 2009.

Conclusiones

El declive del cultivo de la judía, paradójicamente, ha sido una de las claves en el control del virus. Ya que BnYDV tiene un rango de plantas huésped restringido a algunas especies de leguminosas, y al reducirse el número de invernaderos de judía, se redujeron las fuentes de inóculo; el otro elemento clave ha sido la disminución de las poblaciones de vectores: desde que la Junta de Andalucía inició el Plan de Higiene Rural en 2002 y la superficie de cultivos bajo control integrado y biológico se incrementó significativamente, se han reducido las poblaciones

de *B. tabaci* de manera drástica. Por eso, BnYDV ha sido participe en un proceso con resultado agrícolamente exitoso: las estrategias para controlar el vector y el inóculo han sido eficientes en reducir la incidencia de este virus aunque, finalmente, los cultivos de judía en Almería han perdido la batalla macroeconómica y, actualmente, Almería importa más judía para consumo en fresco de la que exporta.

Abstract

The outbreak in 2003 of a new virus, Bean yellow disorder virus (BnYDV), meant a serious threat for fresh bean produced in the greenhouses of southeast Spain. The virus is efficiently transmitted by the whitefly *Bemisia tabaci* and causes yellowing of leaves, reduced plant growth and deformed fruit. However, the range of plant species host to the virus is quite small and is limited to bean within in the geographical areas of the greenhouses with intensive horticultural crops. After the upward progression of the yellowing disease in 2004-2005, the incidence was reduced gradually as producers improved vector-exclusion measures

in the greenhouses and recently as a result from the massive use of biological pest control in other crops. In turn, concerns about the new virus and the growing competition from other bean-producing countries lead to a drastic reduction in the surface dedicated to this crop species. Currently, the yellowing disease is controlled, not the way one would expect, but due to the drastic decline of fresh bean crop production.

Agradecimientos: Resultados de estudios realizados por los autores han sido financiados por los proyectos INIA-FEDER RTA2006-00033-C03-01 y RTA2006-00035-00-00.

Año	Convencional		Mejorado	
	% BnYDV	<i>B.tabaci</i> *	% BnYDV	<i>B.tabaci</i> *
2007	81,3	18,4	8,7	4,2
2008	47,9	40,1	0,9	4,3
2009	0	2,1	0	0,4

Tabla 1. Media de niveles de BnYDV y *Bemisia tabaci* en cultivos de judía, en invernaderos convencionales y con protección física interna (mejorado). *máximo de número de adultos por planta (Fuente: IFAPA).

BIBLIOGRAFÍA

- CUADRADO, I.M., E. SEGUNDO, D. JANSSEN, L. VELASCO Y E. SÁEZ. 2004. *El virus del mosaico sureño de la judía (Southern Bean Mosaic Virus) es el causante de una grave enfermedad en cultivos de judía en invernadero*. PHYTOMA España 157: 12-16.
- JANSSEN, D., M.C. GARCÍA, A. BELMONTE, F. PASCUAL, T. GARCÍA, A. SIMÓN, G. MARTÍN, M.L. SEGURA Y I.M. CUADRADO. 2010. *Control de Bemisia tabaci y Bean yellow disorder virus en invernaderos mediante protección física mejorada*. Actas I Congreso virtual iberoamericano de producción integrada en horticultura. SEPIH, La Mojonera, pp. 582-586. (ISBN: 978-84-693-2211-6)
- SEGUNDO, E., G. MARTÍN, I.M. CUADRADO Y D. JANSSEN. 2004. *A new yellowing disease in Phaseolus vulgaris associated with a whitefly-transmitted virus*. Plant Pathology 53: 517-517.
- SEGUNDO E., M.P. CARMONA, E. SÁEZ, L. VELASCO, G. MARTÍN, L. RUIZ, D. JANSSEN Y I.M. CUADRADO. 2008. *Occurrence and incidence of viruses infecting green beans in south-eastern Spain*. European Journal of Plant Pathology 122: 579-591.
- MARTÍN, G., L. VELASCO, E. SEGUNDO, I.M. CUADRADO, D. JANSSEN. 2008. *The complete nucleotide sequence and genome organization of bean yellow disorder virus, a new member of the genus Crinivirus*. Archives of Virology 153: 999-1001.
- MARTÍN, G., I.M. CUADRADO Y D. JANSSEN. 2011. *Bean yellow disorder virus: Parameters of transmission by Bemisia tabaci and host plant range*. Insect Science 18: 50-56.