

Puede infectar a especies de más de trece familias vegetales, incluyendo la lechuga, el nabo o la colza

Síntomas, daños y métodos de control del virus del amarilleamiento del nabo

La incidencia de virus del amarilleamiento del nabo (TuYV) en cultivos agrícolas ha ido en aumento en los últimos años, convirtiéndose en un problema emergente para la agricultura a nivel europeo. Del alto número de especies de pulgones que encontramos atacando a los diferentes cultivos, par-

te de nuestros estudios se han centrado en el sistema formado por el pulgón *Macrosiphum euphorbiae* y el cultivo de lechuga. Ésta es una especie de pulgón altamente polífaga que ataca a más de doscientas especies de plantas, siendo también un importante vector de virus vegetales, como el TuYV.



David Calvo y Alberto Federes.

Departamento de Protección Vegetal,
Instituto de Ciencias Agrarias (Consejo Superior de
Investigaciones Científicas) Madrid.

Las pérdidas ocasionadas en la producción mundial debido a las enfermedades causadas por microorganismos (viroides, virus, micoplasmas, bacterias y hongos) se estiman en torno a un 10% de la producción mundial (Matthews, 1992). De los microorganismos que causan enfermedades en los cultivos agrícolas, los virus vegetales se presentan como el segundo agente en importancia. Los virus vegetales son parásitos obligados que necesitan usar la maquinaria celular de la planta hospedadora para multiplicarse y, a su vez, necesitan un organismo móvil que actúe como vector, transportando el virus de una planta a otra ya que las plantas no se mueven.

Los insectos hemípteros poseen ciertas características que les han permitido actuar de manera eficiente como agentes (=vectores) en la dispersión de virus vegetales. Aquí podemos encontrar importantes grupos de insectos

tos plaga, como son los pulgones, moscas blancas, trips, etc. Los pulgones (Homoptera: Aphididae) se encuentran entre las principales plagas que afectan a los cultivos hortícolas, causando daños tanto directos como indirectos. Los daños directos son debidos a su alimentación. Son insectos chupadores que extraen la savia elaborada, lo que se traduce en un debilitamiento de la planta y una ralentización del crecimiento, con el consiguiente efecto sobre la producción. Los daños indirectos son ocasionados por otros agentes que se ven favorecidos por la alimentación de los pulgones, por ejemplo la excreción de melaza, rica en azúcares, favorece la proliferación de hongos, como la negrilla. Otro efecto indirecto aún más importante es la transmisión de virus vegetales por parte del pulgón.

Del alto número de especies de pulgones que encontramos atacando a los diferentes cultivos, parte de nuestros estudios se han centrado en el sistema formado por el pulgón *Macrosiphum euphorbiae* y el cultivo de lechuga. Ésta es una especie de pulgón altamente polífaga que ataca a más de doscientas especies de plantas (Blackman y Eastop 2006), siendo también un importante vector de virus vegetales, como por ejemplo el virus del amarilleamiento del nabo. Existen estudios previos de muestreo realizados en campos comerciales de lechuga que posicionan a esta especie de pulgón como uno de los más abundantes en cultivos de primavera de lechuga en España (Nebreda y col. 2004). El cultivo de la lechuga se distribuye por toda la Península Ibérica, poseyendo un alto valor tanto económico como social, siendo España el primer productor de lechuga de la Unión Europea. La producción de lechuga se lleva a cabo mayoritariamente al aire libre, con una menor extensión del cultivo bajo cubierta.

Los virus vegetales de plantas son referidos tradicionalmente en la literatura en base a

Existe un gran número de especies de pulgones capaces de transmitir el TuYV.

Entre ellas tenemos especies como *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis gossypii* o *Acyrtosiphon pisum* que están presentes de manera frecuente en gran variedad de cultivos

las siglas de su nombre en inglés. En este caso, el virus del amarilleamiento del nabo se denomina *Turnip yellows virus* (TuYV). Estas siglas serán utilizadas a partir de ahora en este artículo como referencia a esta especie de virus vegetal.

Antecedentes e importancia de TuYV

Alrededor de la década de los años cincuenta, una enfermedad en plantas producida por un virus que causaba un retraso del crecimiento vegetal y una marcada clorosis en las hojas, fue identificada casi simultáneamente en Estados Unidos y el Reino Unido, aunque originariamente se identificaron con nombres diferentes. Ambos aislados del virus eran biológica y serológicamente parecidos, aunque poseían diferencias en la gama de plantas hospedadoras que eran capaces de infectar. La diferencia principal estaba marcada por la capacidad de los diferentes aislados del virus de infectar o no al cultivo de la remolacha. En años posteriores, esta clasificación realizada en base a la gama de hospedadores, fue ratificada con análisis genéticos (Stevens y col 2005). Tras lo cual, el Comité Internacional de Taxonomía de Virus (ICTV) reclasificó estas especies de virus con el nombre de *Beet western yellows virus* (BWYV), a los aislados capaces de infectar remolacha; y como *Turnip*

yellows virus (TuYV), a los aislados incapaces de infectar remolacha. Estudios previos realizados (Graichen y Rabenstein, 1996) concluyen que en Europa encontraríamos solamente aislados pertenecientes a TuYV, no estando presente el BWYV.

La gama de plantas hospedadoras de TuYV es bastante amplia, pudiendo llegar a infectar a especies de más de trece familias vegetales, incluyendo muchas especies de importancia agronómica, como es el caso de la lechuga, nabo, colza, espinaca, etc. Su amplia y variada gama de hospedadores incrementa los reservorios de este virus y su capacidad de sobrevivir a lo largo de todo el año. La presencia de reservorios continuos del virus en campo junto con la generación de otoños e inviernos cada vez más cálidos, como consecuencia del proceso de cambio climático que sufrimos, podría tener importantes consecuencias en la epidemiología de este virus. Temperaturas más favorables para la supervivencia y multiplicación de los vectores (pulgones) en las plantas infectadas, incrementarían el número de pulgones que adquirirán el virus, favoreciendo así su dispersión.

La incidencia de TuYV en cultivos agrícolas ha ido en aumento en los últimos años, convirtiéndose en un problema emergente para la agricultura a nivel europeo. Sirvan como ejemplo países como el Reino Unido o Alemania en donde los cultivos de colza no tratados registraron un porcentaje de plantas infectadas por TuYV que osciló entre un 30 y un 100% (Stevens y col., 2008). Este dato muestra también un elevado intervalo de oscilación anual en los porcentajes de incidencia en las distintas aéreas muestreadas del cultivo. En general, una mayor o menor incidencia del virus dependerá, tanto de los factores ambientales como de la capacidad de movimiento de los adultos de la especie de pulgón presente. Más concretamente, la dispersión a largas distan-

Las pérdidas económicas ocasionadas por la infección de TuYV varían en función del cultivo.

En el caso concreto del cultivo de lechuga, las pérdidas en producción pueden ser cercanas al 63%. Para evitar elevados daños es muy importante la rápida detección del virus así como el control de las poblaciones de pulgón

cias suele estar protagonizada por los individuos adultos alados, mientras que la dispersión a cortas distancias se puede producir por el movimiento de adultos ápteros exclusivamente o en combinación también con individuos alados.

En el caso concreto del pulgón de la patata, *Macrosiphum euphorbiae*, en lechuga los adultos (tanto ápteros como alados) muestran una elevada capacidad de dispersión. En ensayos realizados en condiciones de invernadero en nuestro laboratorio, adultos de *M. euphorbiae* (tanto alados como ápteros) fueron capaces de dispersar el virus a prácticamente el 100% de las plantas ensayadas en un área experimental de 1 m² durante un periodo de tiempo de 10 días. La combinación de adultos altamente móviles, altas tasas de transmisión del virus y condiciones meteorológicas adecuadas, como suele ocurrir en plantaciones de primavera de lechuga, posicionarían a esta especie de pulgón como una especie a tener en cuenta en los programas de control integrado de plagas en este cultivo.

Mecanismo de transmisión de TuYV

Los virus vegetales transmitidos por insectos hemípteros se clasifican en función del mecanismo de transmisión presentado por el insecto vector. Actualmente esta clasificación está compuesta por cuatro grupos de virus: no persistentes, semipersistentes, persistentes no propagativos y persistentes propagativos (Hogehout y col., 2008).

Cuando el virus, una vez adquirido por el vector, necesita de un periodo de latencia para ser inoculado en una planta receptora y no se produce una multiplicación dentro del vector, estamos frente a los virus persistentes no propagativos, como es el caso de TuYV. Este virus pertenece a la familia de los luteovirus y está localizado exclusivamente en el floema de la planta, de manera que el pulgón solo lo adquiere cuando comienza a alimentarse del floema.

El mecanismo de transmisión de TuYV puede ser resumido de la siguiente manera: una vez que el pulgón ingiere el virus, tras alimentarse de una planta infectada, necesita un periodo de al menos 72 horas para ser capaz de transmitir dicho virus a una planta sana. Este periodo de tiempo, denominado periodo de la-



Foto 1. Individuos de *Macrosiphum euphorbiae* alimentándose en plantas de lechuga.

tencia, es el necesario para que el virus viaje a través del sistema digestivo del pulgón, e ingrese en el organismo a través de las paredes del intestino medio. El objetivo de las partículas de virus es alcanzar las glándulas salivales del pulgón localizadas en la zona del aparato bucal del insecto. Una vez allí, las partículas de virus se irán acumulando listas para ser inyectadas en la planta durante el proceso de alimentación del pulgón.

Una vez adquirido el TuYV, el pulgón permanece infeccioso incluso después de que se produzca el proceso de muda de un estadio de desarrollo a otro. Este es un aspecto muy importante en el control de la dispersión de este virus, ya que un pulgón virulífero puede moverse de una planta a otra transmitiendo el virus a lo largo de su vida. Eso sí, este virus no se transmite desde el pulgón infectado por el virus (pulgón virulífero) a su descendencia.

Existen gran número de especies de pulgones capaces de transmitir el TuYV. Entre ellas tenemos especies como *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis gossypii* o *Acyrtosiphon pisum* que están presentes de manera frecuente en gran variedad de cultivos (foto 1). Sin embargo, la eficiencia de transmisión del virus por estas especies de pulgón suele ser variable, dependiendo de la especie de pulgón, la especie e incluso la variedad de planta, así como de factores ambientales.

Myzus persicae, por ejemplo, es considerado como una especie altamente eficiente en la transmisión del TuYV (Stevens y col., 2008). Nuestros estudios desarrollados con *M. euphorbiae* en cultivo de lechuga han mostrado que en condiciones de laboratorio las tasas de transmisión de este virus por un solo pulgón pueden superar fácilmente el 50% de las plantas ensayadas. Resultado que puede poner en entredicho la consideración previa de esta especie como una poco eficiente a la hora de transmitir TuYV (Schliephake y col., 2000).

Síntomas de TuYV en el cultivo de lechuga

Las pérdidas económicas ocasionadas por la infección de TuYV varían en función del cultivo. En el caso concreto del cultivo de lechuga, las pérdidas en producción pueden ser cercanas al 63% (Walkey y Pink, 1990), porcentaje variable en función de la variedad de lechuga. Para evitar elevados daños en las cosechas debido al TuYV es muy importante la rápida detección del virus así como el control de las poblaciones de pulgón. En laboratorio, existen técnicas inmunológicas (Técnica TAS-Elisa) y moleculares (RT-PCR) que determinan la presencia del virus con un alto porcentaje de seguridad. Sin embargo, estas técnicas son

costosas para su uso por los agricultores. Por el contrario el conocimiento e identificación de los síntomas en campo sería de ayuda para una detección temprana del virus. Es por ello que en este artículo aportamos diversa documentación gráfica sobre los síntomas de este virus en lechuga, desde el inicio de la sintomatología hasta un estado avanzado de la infección. Sin embargo, es importante, una vez detectados los síntomas, confirmar la presencia de la virosis por medio de los métodos moleculares o serológicos indicados anteriormente.

Las infecciones producidas por TuYV en lechuga suelen manifestarse por un amarilleamiento internerval de las hojas más maduras (**foto 2a**), el cual puede venir acompañado de un menor crecimiento vegetativo de la planta. Pero en algunos casos especiales, como es el caso de la especie *Claytonia perfoliata*, se puede manifestar mediante un enrojecimiento de la hoja (**foto 2b**). En ocasiones su detección puede resultar difícil ya que factores como deficiencias nutricionales o incluso la senescencia de las hojas se manifiestan también por un amarilleamiento de las hojas. El progreso de la sintomatología de



Foto 2. Dos clases de síntomas característicos del TuYV: a) amarilleamiento internerval producido en una planta de lechuga, y b) enrojecimiento de la lamina foliar sobre planta de *Claytonia perfoliata*.

la enfermedad en el cultivo de lechuga se inicia con la aparición de parches cloróticos en el extremo distal de las hojas más viejas de la planta de lechuga (**foto 3**). Posteriormente estos parches cloróticos se van extendiendo desde el ápice hasta la parte basal de la lámina foliar, siempre entre las nervaduras (**foto 4**). Los parches cloróticos se hacen cada vez más intensos (más amarillos) recubriendo todo el espacio internerval de la lámina foliar (**foto 5**).

Métodos de control TuYV

Los métodos de control de TuYV se basan principalmente en el control de las poblaciones de su vector (pulgón) y en el uso de variedades resistentes al vector o al propio virus. El control químico de los insectos vectores ha sido usado de manera habitual como estrategia para disminuir el impacto de TuYV en la producción. Sin embargo, el uso de productos químicos puede conllevar a la aparición de resistencias en las poblaciones de pulgones. Las políticas agrícolas actuales abogan por un menor uso de productos de origen químico en beneficio de un mayor uso de agentes de control biológico. Un ejemplo importante de este cambio de estrategias de control lo encontramos en el poniente almeriense, en donde el uso de enemigos naturales ha crecido asombrosamente en los últimos cinco años. Si bien el éxito en el empleo de agentes de control biológico en cultivos en invernadero ha constituido toda una revolución en la producción hortícola, la aplicación de enemigos naturales al aire libre aún posee muchas incógnitas que resolver.



Foto 3. Inicio de la aparición de síntomas. En el ápice de la lamina foliar aparecen los primeros parches cloróticos.

AGRINAVA

SOLUCIONES INTEGRALES EN TRACTORES Y MAQUINARIA AGRÍCOLA, CON EL MEJOR SERVICIO.

www.agrinava.com

tenemos el cristal que necesita !!



CRISTALES Y RESORTES NEUMÁTICOS
ADAPTABLES A CABINAS MONTADAS EN ORIGEN:
CASE, DEUTZ, EBRO, JOHN DEERE, KUBOTA, LANDINI,
MASSEY FERGUSON, NEW HOLLAND, SAME...





Foto 4. Los parches cloróticos se van extendiendo desde el ápice hasta la parte basal de la lámina foliar, siempre entre las nervaduras de la hoja.

En un ecosistema agrícola al aire libre es necesario conocer cómo los diferentes organismos presentes interactúan entre sí. El correcto funcionamiento de los ecosistemas está profundamente condicionado por las características y la evolución de las interacciones entre los diferentes niveles tróficos. El estudio de estas interacciones en un sistema multitrófico, como puede ser el formado por la planta de interés agronómico - patógeno de plantas (virus) - insecto fitófago (insectos plaga) - enemigos naturales (parasitoides, depredadores y microorganismos), posibilita una

visión integral en el estudio de problemas tales como la especificidad de hospedador, los patrones de infección del patógeno o las eficiencias de los enemigos naturales, ayudando al desarrollo de métodos de control más respetuosos con el medio ambiente.

Existen multitud de ejemplos en la bibliografía que explican errores en los programas de control biológico debido a cambios de especificidad de hospedadores. Es decir, el enemigo natural acaba atacando a otras especies pero no a la especie plaga. Por tanto, el futuro del control biológico, especialmente en

cultivos al aire libre depende de la capacidad que tengamos para entender las interacciones existentes entre los distintos organismos del agroecosistema, para así poder desarrollar programas de control más adaptados al medio y más eficientes.

Con el objetivo de estudiar el control biológico de insectos vectores de patógenos de plantas se creó en el año 2006 una Unidad Asociada de Investigación entre la Universidad de Alicante/CIBIO y el Instituto de Ciencias Agrarias del CSIC, y posteriormente en 2009 se amplió dicha Unidad con integrantes del Grupo de Entomología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

En esta Unidad se están desarrollando investigaciones sobre el empleo de enemigos naturales (parasitoides, depredadores y microorganismos) bajo el marco de las interacciones multitróficas entre planta-virus vegetal-insecto plaga y sus enemigos naturales. Los conocimientos obtenidos serán de utilidad para su aplicación a futuras estrategias de control. ●

Los métodos de control de TuYV se basan principalmente en el control de las poblaciones de su vector (pulgón) y en el uso de variedades resistentes al vector o al propio virus. Sin embargo, las políticas agrícolas actuales abogan por un menor uso de productos de origen químico en beneficio de un mayor uso de agentes de control biológico



Foto 5. Estadio avanzado de la infección en la que aparece un amarilleamiento de toda la zona internervial de la hoja.

Bibliografía ▼

- Blackman RL y Eastop VF. 2006. Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. The Aphids. The Natural History Museum. Wiley & Sons Ltd, The Atrium, UK
- Matthews REF. 1992. Fundamentals of Plant Virology. Academic Press Lim. London.
- Nebreda M, Moreno A, Pérez N, Palacios I, Seco-Fernández V y Ferreres A. 2004. Activity of aphids associated with lettuce and brócoli in Spain and their efficiency as vectors of Lettuce mosaic virus. *Virus Research* 100: 83-88.
- Stevens M, Freeman B, Liu HY, Herrbach E y Lemaire O. 2005. Beet poleroviruses: close friends or distant relatives?. *Molecular Plant Pathology* 6(1):1-9
- Stevens M, McGrann G y Clark B. 2008. Turnip yellows virus (syn Beet western yellows virus): an emerging threat to European oilseed rape production?. *Research Review* 69. HGCA.
- Graichen K y Rabenstein F. 1996. European isolates of Beet western yellows virus (BWYV) from oilseed rape (*Brassica napus* L ssp *napus*) are non-pathogenic on sugar beet (*Beta vulgaris* L var *altissima*) but represent isolates of Turnip yellows virus (TuYV). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 103:233-245.
- Hogenhout SA, Ammar ED, Whitfield AE y Redinbaugh MG. 2008. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. *Annual Review of Phytopathology* 46:327-359.
- Schliephake E, Graichen K y Rabenstein F. 2000. Investigations on the vector transmission of the Beet mild yellowing virus (BMV) and the Turnip yellows virus (TuYV). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 107:81-87.
- Walkley DGA y Pink DAC. 1990. Studies on resistance to Beet western yellows virus in lettuce (*Lactuca sativa*) and the occurrence of field sources of the virus. *Plant Pathology* 39, 141-155.