

VIROSIS MÁS FRECUENTES Y CLAVES PARA LA LUCHA CONTRA ESTAS ENFERMEDADES

Efecto de las virosis en la producción de maíz grano

Desde hace aproximadamente quince años, algunos regadíos de las provincias de Huesca y Lleida vienen sufriendo graves problemas de virosis con severas disminuciones de la producción. El virus del enanismo rugoso del maíz (MRDV) y el virus del mosaico enanizante del maíz (MDMV) han sido los más frecuentes y a la vez los más graves, acabando por convertirse en endémicos en estas zonas. Si bien

es posible la infección de la planta por algún otro medio, la inmensa mayoría de infecciones en nuestras zonas productoras se producen por picadas de insectos portadores de virus (vectores). En el caso de MDMV y SCMV (virus del mosaico de la caña de azúcar), los principales insectos transmisores son diversas especies de pulgones. En este artículo se analizan las medidas de control de virosis.

Antoni López Querol¹, Jaume Almacellas Gort² y María Ángeles Achón Samá³.

¹ Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Lleida

² Servicio de Sanidad Vegetal. DAAM. Lleida

³ Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. Universidad de Lleida.



Planta de maíz infectada por el virus MDMV. Se observa el típico mosaico con decoloración amarillenta estriada del parénquima foliar. Foto: A. López Querol.

El cultivo del maíz ocupa actualmente en España una superficie de unas 440.900 ha. La mayor zona productora es el valle del Ebro (Aragón, Cataluña y Navarra), con 114.418 ha; seguida de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, con 104.952 ha; Extremadura, con 60.550 ha; Andalucía, con 38.605 ha; Castilla-La Mancha, con 38.332 ha y el resto. La mayor parte del cultivo se produce en regadío, con lo que se consiguen habitualmente buenas producciones que, en general, suelen ser poco afectadas por plagas y enfermedades. Tan sólo suelen existir problemas habituales de taladros (*Sesamia nonagrioides* y *Ostrinia nubilalis*) que se han solucionado con la generalización de la utilización de maíz modificado genéticamente que incorpora el evento MON 810 en las zonas en las que este problema suele ser importante, y que suponen una parte importante de la superficie cultivada que se localiza fundamentalmente en todo el valle del Ebro. Además existen episodios cíclicos de algunas enfermedades que han causado en el pasado mermas importantes de producción, como ocurrió a finales de

los años 80 del siglo pasado con las epidemias de virosis sufridas en el valle del Ebro. Esta zona es tradicionalmente la zona productora de España donde las virosis son más frecuentes y pueden causar más daños en el cultivo. Desde hace aproximadamente quince años, algunos regadíos de las provincias de Huesca y Lleida vienen sufriendo graves problemas de virosis con severas disminuciones de la producción. El virus del enanismo rugoso del maíz o *Maize rough dwarf virus* (MRDV) y el virus del mosaico enanizante del maíz o *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV) han sido los más frecuentes y a la vez los más graves, acabando por convertirse en endémicos en estas zonas (figuras 1 y 2).

El importante brote epidémico del virus del enanismo rugoso del maíz (MRDV) ocurrido en la campaña 2012 en algunas zonas productoras de la zona este de Aragón y de los regadíos occidentales de Cataluña y las consecuentes pérdidas de producción que provocó, supusieron un replanteamiento del cultivo en estas zonas. Aunque el brote epidémico de 2012 ha sido el mayor ocurrido hasta ahora en España, desde 1999 se viene observando un incremento en la presencia de MRDV, por lo que no se pueden descartar futuros brotes epidémicos, dadas las actuales características del agroecosistema del cultivo del maíz.

Los problemas de virosis acaecidos anteriormente en el Valle del Ebro habían sido provocados mayoritariamente por el virus del mo-



Planta de maíz infectada por el virus MRDV. El característico acortamiento de los entrenudos es el síntoma más claro que muestran las plantas infectadas. Foto: M.A. Achón.



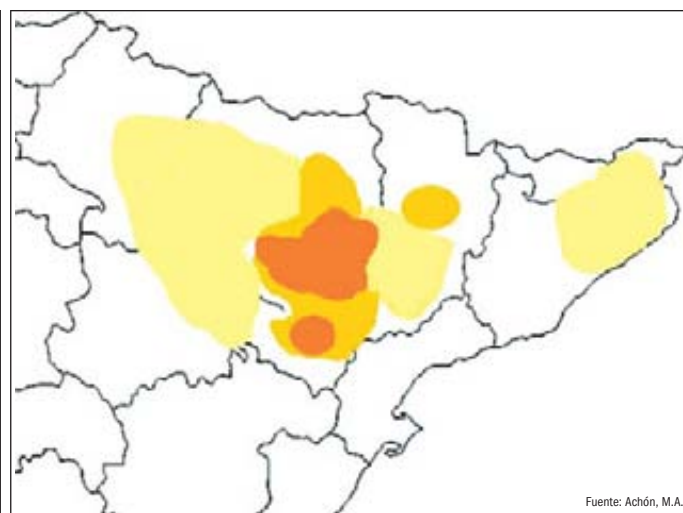
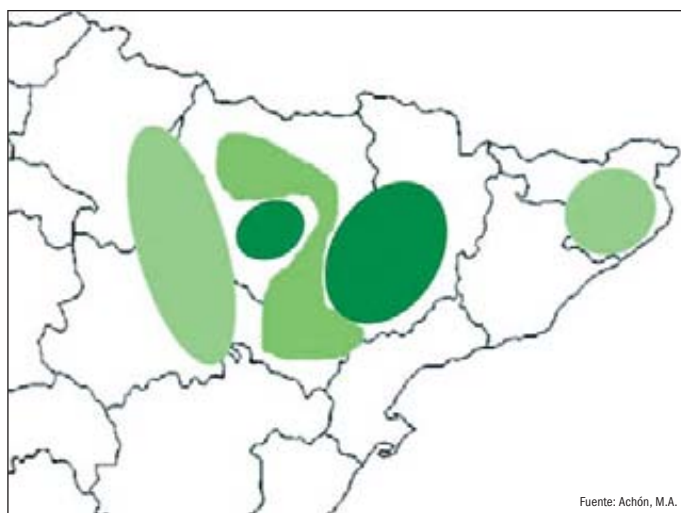
Planta de maíz infectada por MRDV. Además de quedar enanas y con un marcado acortamiento de los entrenudos, la planta produce mazorcas muy pequeñas y con muy pocos granos que se traducen en notables pérdidas de producción. Foto: A. López Querol.

saico o *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV). Hace unos treinta años, este virus causó una ostensible disminución de las producciones, hasta el punto que en muchas fincas tradicionalmente productoras se tuvo que abandonar el cultivo. Las mejoras en resistencia y/o tolerancia a este patógeno introducidas por la mejora vegetal en los nuevos híbridos, junto con la

adopción de prácticas agrícolas profilácticas, han hecho que actualmente la presencia de MDMV haya disminuido y no cause daños demasiado importantes en los cultivos de maíz de la zona, aunque esté presente. No obstante, las variedades con posibilidades de ser cultivadas comercialmente en todo el valle del Ebro no pueden ni deben ser susceptibles a MDMV.

FIGURAS 1 Y 2.

Distribución geográfica de las zonas del valle del Ebro con incidencia de MDMV (izquierda) y MRDV (derecha).





Variedad muy susceptible a MRDV (2 surcos centrales). Casi el 100% de las plantas han sido infectadas y muestran un marcado enanismo respecto a las variedades adyacentes (2 surcos sembrados/variedad). En zonas con riesgo de ataque de MRDV es muy importante la siembra de variedades tolerantes o que muestren una menor susceptibilidad al virus.

Foto: A. López Querol.

Virosis más recientes en maíz

Las virosis que afectan al maíz pueden ser numerosas y diversas, provocando pérdidas importantes en el cultivo aunque, como se ha citado, solamente algunas son importantes en nuestra geografía. Entre éstas están las provocadas por los virus que hemos mencionado MDMV, MRDV y, más recientemente, SCMV o virus del mosaico de la caña de azúcar.

Las enfermedades provocadas por virus necesitan de una vía de transmisión para infectar una planta sana. La vía de transmisión más frecuente es a través de insectos vectores y, en menor importancia, por contacto entre plantas, herramientas agrícolas y órganos de propagación vegetal.

El MDMV o virus del enanismo y mosaico del maíz

El nombre de MDMV viene del término *Maize dwarf mosaic virus*, y es una de las virosis más importantes y difundidas por todo el mundo.

Los síntomas que MDMV provoca en maíz se caracterizan por un mosaico característico a lo largo de los nervios de las hojas del maíz, de aspecto rayado, con zonas más claras que otras y un efecto de decoloración en bandas o rayas. Cuando la infección de la planta es importante y ésta es aún joven, las mazorcas pro-

ducidas acaban siendo pequeñas, con pocos granos y fácilmente son parasitadas por hongos que producen podredumbres.

El virus se transmite por diversas especies de pulgones, sobre todo por las especies *Rhopalosiphum maidis* Fitch, *Rhopalosiphum padi* (L.) y *Szichaphis graminum* (Rodani). El insecto, una vez ha succionado la savia de una planta enferma con el virus, puede transmitirlo al alimentarse de otra planta, y así sucesivamente.



Las plantas atacadas por MRDV producen mazorcas muy pequeñas y con muy pocos granos que se traducen en notables pérdidas de producción. En casos de ataques graves, no llegan ni tan sólo a hacer mazorcas.

Foto: A. López Querol.

El MDMV es un parásito que no puede existir si no es infectando una planta. Su forma de sobrevivir cuando el cultivo no está instalado es en otras plantas huésped compatibles, normalmente gramíneas como el carrizo (*Sorghum halepense*), la cola de caballo (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv), el alpiste (*Phalaris arundinacea* L.), la lagartera (*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv.) o el mijo (*Panicum* spp.).

El MRDV o virus del enanismo rugoso del maíz

El nombre de MRDV viene de *Maize rough dwarf virus*, y es una virosis menos frecuente y difundida que la anterior. Se distribuye principalmente por toda la Europa mediterránea, Argentina, Corea del Sur, Israel y China. En España se ha encontrado en todas las zonas productoras de maíz.

Los síntomas de la infección en maíz se caracterizan por un enanismo severo, si la infección se produce cuando la planta es aún muy joven. En estos casos no se suele producir mazorca, o bien ésta es muy pequeña y con pocos granos. Cuando la infección se produce en estadios más avanzados del cultivo, los síntomas no son tan severos y la planta produce grano, pero se nota un descenso del rendimiento de la parcela infectada que oscila entre el 20% y el 80%. Las plantas infectadas presentan en las hojas unas pequeñas tumoraciones, llamadas enaciones, situadas en el envés de las hojas y de tacto rugoso, mucho más pronunciadas en infecciones tempranas y variedades susceptibles. En todos los casos, las plantas infectadas presentan un característico acortamiento de los entrenudos, que las hace fácilmente identificables.

En el caso del MRDV, el único vector conocido en España y Europa es un insecto chupador de savia llamado *Laodelphax striatellus* (Fallen). Este insecto transmite el virus de forma muy eficiente y una vez se haya alimentado de una planta infectada irá transmitiendo el virus al resto de plantas de las que se alimente hasta morir.

Además del maíz, los huéspedes naturales conocidos son la cebada, la avena, la digitaria (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop), la cola de caballo (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv) y la lagartera (*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv.).

El SCMV o virus del mosaico de la caña de azúcar

El SCMV es un virus distribuido por todo el mundo. Su nombre viene de *Sugarcane mosaic*

virus porque se identificó inicialmente en caña de azúcar, aunque después se vio como también podía afectar al maíz y otras especies vegetales, sobre todo de la familia de las gramíneas.

Los síntomas de la enfermedad son mosaicos similares a los descritos en el caso del MDMV. El mosaico se manifiesta más en forma de bandas cloróticas en las plantas jóvenes y en forma de coloraciones rojizas en las plantas adultas. En función de la etapa de desarrollo del cultivo podría aparecer un grado elevado de enanismo y una mayor esterilidad de las mazorcas que frecuentemente acabarán también deformadas.

El virus se transmite mediante varias especies de pulgones, siendo las especies transmisoras más eficientes *Metopophium dirhodum* (Walker), *Szichaphis graminum* (Rodani) y *Sitobion avenae* (Fabricius). También pueden ser transmisores *Rophalosiphum maidis* Fitch. y *Rophalosiphum padi* L.

Asimismo se puede transmitir por la semilla, pero las tasas de transmisión por esta vía son muy bajas y no serían responsables de epide-

mias anuales en un área determinada. Solamente explicarían su introducción en nuevas zonas y con niveles muy bajos de enfermedad.

El SCMV se suele encontrar asociado con otros virus parecidos, como el MDMV (ya citado anteriormente), el SrMV (*Sorghum mosaic virus*) y el JGMV (*Johnsongrass mosaic virus*), por lo que se pueden encontrar conjuntamente en la misma planta. En el análisis de muestras de plantas infectadas de la zona productora de Lleida se han encontrado frecuentemente asociados el SCMV y el MDMV en las mismas muestras, y también con MRDV.

Cuestiones que hemos de conocer

Cómo se producen las infecciones del maíz

Si bien es posible la infección de la planta por algún otro medio, la inmensa mayoría de infecciones en nuestras zonas productoras se producen por picadas de insectos portadores de virus (vectores). En el caso de MDMV y

SCMV, los principales insectos transmisores son diversas especies de pulgones (ya comentados en el apartado anterior) habituales en otros cultivos tradicionales de estas zonas.

Fuera del ciclo normal de cultivo, cuando no hay plantas de maíz presentes, estos virus viven y se reproducen en plantas huéspedes existentes en la propia parcela, en las vecinas o en los márgenes de las parcelas. En el caso del MDMV, el virus sobrevive en algunas gramíneas de verano, principalmente en el carrizo (*Sorghum halepense*). Es la succión de savia de los pulgones sobre estas malas hierbas la que introduce el virus en el insecto y cuando éste pasa a alimentarse de las plantas de maíz, lo transmite a éstas infectándolas. Por este motivo, las primeras zonas de la parcela donde se muestran los síntomas de plantas infectadas suelen ser las de su perímetro, ya que son las primeras plantas a donde llegan las poblaciones de pulgones.

En el caso del MRDV, el circuito es similar, pero con actores diferentes. Solamente parece haber un insecto conocido hasta ahora que ejerce de vector o transmisor de la enfermedad. Se

UREATEC®
Powered by AGROTAIN 46

EXCELENTE
PRODUCCIÓN,
GASTANDO
MENOS

UREATEC46 LA INVERSIÓN INTELIGENTE

trata de un insecto fulgórico llamado vulgarmente mosquito del maíz (*Laodelphax striatellus*) (también comentado anteriormente). Este insecto adquiere el virus de las plantas huéspedes e infecta las plantas de maíz picando sus hojas para alimentarse. Las plantas huésped donde vive el virus mientras no existe maíz en el campo son algunas malas hierbas de verano, pero sobre todo gramíneas como la cebada, el trigo o la avena existentes en los márgenes de las parcelas o el rebrote del cultivo anterior (ricio). Éste es uno de los motivos por los que las siembras de segunda cosecha tienen habitualmente más probabilidades de infección si el cultivo anterior ha sido cebada o trigo y no se ha enterrado bien el rastrojo antes de sembrar el maíz.

Es importante remarcar que los virus solamente sobreviven dentro de una planta viva. Por tanto, una vez que una parcela haya sido infectada un año, el virus no queda presente en las cañas ni en hojas del rastrojo, ya que en este momento la planta está seca y sus tejidos muertos. Así pues, el hecho de haber tenido problemas de virosis un año no implica necesariamente que la parcela pueda tenerlos el año siguiente, debido solamente a causa de los restos de rastrojos.

Otra creencia relativamente extendida es que estos virus se transiten mediante la semilla de maíz. Ello puede ser posible en algunos casos, cuando se trata de SCMV, pero hasta hoy no se ha podido constatar que MDMV ni MRDV se puedan transmitir mediante la semilla.

Daños que provocan

Cuando el virus infecta la planta parasita sus células. Las funciones vegetativas de la planta se ven alteradas y en función del estadio fenológico en que se encuentra el maíz cuando es infectado, la alteración de su ciclo normal de desarrollo vegetativo será más o menos importante, y los daños en la planta más o menos graves. Así, en el caso de MDMV, pueden verse plantas infectadas con los mosaicos característicos, pero manifiestan una altura normal, con su mazorca más o menos formada y, a la vez, plantas infectadas con los mismos mosaicos, pero que han quedado enanas, con desarrollo vegetativo muy pobre y que no han llegado a producir mazorca. En el primer caso, las pérdidas en la producción no suelen ser graves, mientras que en el segundo pueden llegar a ser muy importantes.

Por otra parte, la propia infección que sufre



Macho y hembra de *Laodelphax striatellus* o mosquito del maíz. Este insecto fulgórico es el único transmisor conocido del virus del enanismo rugoso del maíz (MRDV).
Foto: M.A. Achón.

la planta y la pérdida de vigor que suele comportar, facilitan la presencia de otras enfermedades, sobre todo de origen fúngico, que pueden añadir nuevos daños a los que provoca la propia infección vírica.

La infección del maíz por MRDV puede comportar daños mucho más importantes. El



Planta de maíz con infección tardía por MRDV. Aunque no se aprecie un enanismo marcado de la planta, sí que puede apreciarse el acortamiento de los entrenudos. Las infecciones tardías por virosis no suelen provocar daños tan graves como las que se producen en los primeros estadios de desarrollo de la planta. Foto: A. López Querol.

normal desarrollo vegetativo se ve gravemente alterado, apreciándose claramente las plantas infectadas al quedar enanas y con un característico acortamiento de sus entrenudos. La producción de estas plantas se ve siempre afectada. Se pueden observar mazorcas pequeñas, casi raquílicas, con algunos granos o sin ellos, y mazorcas algo más grandes, pero con muy pocos granos. En parcelas atacadas por MRDV de manera más o menos uniforme, la disminución de la producción puede oscilar del 20% al 80% en función de la gravedad del ataque. En los casos más graves, hasta puede inducir la decisión de tener que levantar el cultivo.

Control de las virosis

A diferencia de las enfermedades fúngicas, es importante saber que las infecciones por virus no se pueden curar con ningún tipo de tratamiento fitosanitario, una vez se ha producido la infección de la planta. En caso de querer actuar contra la posibilidad de infección, deberá hacerse de manera preventiva con la intención de disminuir la probabilidad de infecciones, o que la gravedad de éstas sea lo más baja posible. Se trata pues de medidas normalmente de tipo profiláctico con las que podemos intentar disminuir los riesgos de afectación o de que ésta comporte daños menos graves.

La fecha de siembra y la semilla

La fecha de siembra es uno de los sistemas fácilmente al alcance del agricultor para evitar o mitigar los daños por virosis. Se trata de adelantar o retardar el momento de la siembra para evitar que coincida la época de máxima población de los insectos vectores con los estadios iniciales del cultivo, en los que éste es mucho más vulnerable. En este sentido, y en función de las características climáticas del año, la siembra muy precoz o muy tardía, con las variedades de los ciclos adecuados en cada caso, tendría, en principio, menos riesgo de sufrir ataques importantes por virosis. Recordemos que la gravedad de las infecciones por virus en maíz es directamente proporcional a la precocidad del estadio fenológico de la planta en que ésta se produce. Este estadio fenológico más susceptible se sitúa entre 2 y 6 hojas. De acuerdo con esto, la siembra precoz es uno de los sistemas de lucha preventiva más eficaz. Si esta siembra precoz no es posible, no se debería sembrar hasta que las temperaturas

fueran suficientemente elevadas como para garantizar el rápido desarrollo vegetativo de la planta y encontrarse así el cultivo el mínimo tiempo posible expuesto a la infección en los estadios de mayor susceptibilidad.

En las zonas con más probabilidad de presencia de síntomas de virosis, sería eficaz poder distribuir una red de trampas u otros sistemas que permitan hacer un seguimiento en tiempo real de las poblaciones de los principales insectos transmisores, con la idea de disponer de dicha información cuando se deben tomar decisiones sobre el momento de siembra.

Respecto a la semilla de maíz a utilizar, es necesario utilizar semilla tratada con un insecticida sistémico autorizado (se comenta en el siguiente punto). Este tratamiento resulta eficaz durante las primeras cuatro o seis semanas del ciclo vegetativo de la planta.

Tratamientos insecticidas

La aplicación preventiva y sistemática de productos insecticidas autorizados durante los primeros estadios del cultivo puede ayudar considerablemente a disminuir las probabilidades de infección durante este periodo de mayor susceptibilidad de la planta, ya que eliminan o reducen las poblaciones de insectos vectores durante este periodo y, en consecuencia, las probabilidades de transmisión del virus. Los productos deberán de ser a base de los ingredientes activos alfa cipermetrin, deltametrin, lambdacihalotrin o una mezcla de cipermetrin y clorpirifos. Dos aplicaciones entre el estadio de 2-3 hojas y el de 6-8 hojas, mientras la altura del cultivo permita el tratamiento, deberán poder conseguir un buen control de los insectos vectores.

Respecto a la semilla de siembra, es importante que en zonas con riesgo de presencia de virus, ésta sea tratada con un producto insecticida autorizado para el tratamiento de semilla. Los más efectivos a fecha de hoy son los controvertidos neonicotinoides, como el imidacloprid o la clotianidina. Este tratamiento proporciona protección a la plántula de maíz durante varias semanas después de la siembra, coincidiendo con el estadio de mayor susceptibilidad.

Control de plantas reservorios y rebrotes

Ya que en ausencia del cultivo los reservorios de virus se encuentran en diferentes espe-



Sintomatología típica de planta infectada por MDMV. En las hojas se aprecia un mosaico característico con decoloración amarillenta estriada del parénquima foliar, que se identifica más fácilmente a contraluz. Foto: J.A. Betbese.

cies de malas hierbas y rebrotes de cultivos cerealistas anteriores, es muy importante mantener las parcelas de siembra de maíz libres de estas plantas. En especial, es necesario atender la presencia de carrizo (*Sorghum halepense*) en la parcela o en los márgenes o en parcelas vecinas. En el caso de MRDV es fundamental que no haya restos vivos de cultivos anteriores de especies de cereales como la cebada, el trigo o la avena. Los insectos transmisores adquieren el virus mientras se alimentan de estas plantas, pasándolo después al maíz. En este sentido, medidas de tipo profiláctico como el tratamiento periódico de los márgenes con herbicida total para mantenerlos limpios de hierbas en todo momento o el uso de este mismo tipo de productos para la elimina-



Planta de maíz con agallas o tumores provocados por la infección con el virus del enanismo rugoso del maíz (MRDV). A la izquierda de la foto puede observarse la ampliación de los tumores o "rugosidades" lineales características en el envés de las hojas. Foto: M. A. Achón.

ción de restos vivos del cultivo anterior antes de sembrar el maíz pueden resultar muy eficaces. Por otra parte, la aparición y utilización desde hace unos años de herbicidas antigramíneas selectivos en maíz hace más fácil y efectiva la eliminación del carrizo y otras gramíneas de verano con el cultivo de maíz implantado. Los formulados comerciales a base de foramsulfuron, imazamox, nicosulfuron, rimsulfuron, sulcotriona o tembotriona pueden ser muy eficaces en estas circunstancias.

La tolerancia varietal

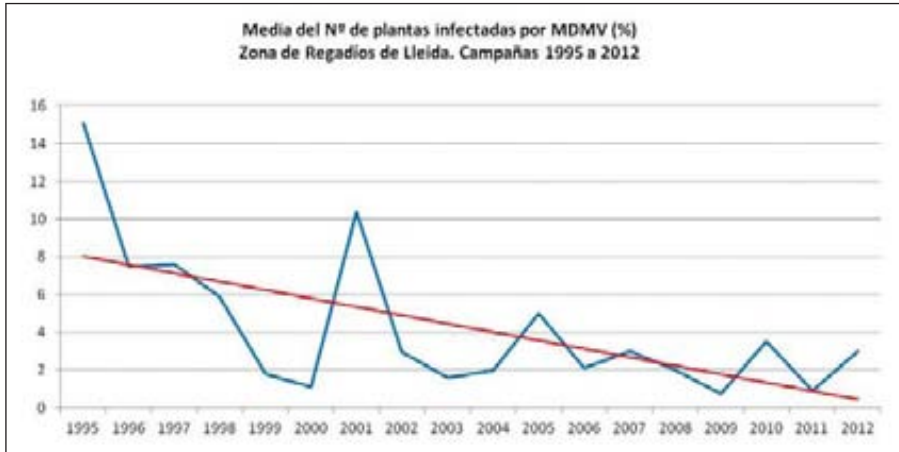
Desde que en la década de los 80 la presencia de MDMV se generalizó en algunas zonas importantes de producción de la provincia de Lleida, sus rendimientos fueron disminuyendo hasta el punto de tener que abandonar el cultivo de maíz en muchas fincas. La aparición en el mercado de la variedad P-3183 supuso un gran avance al aportar una cierta tolerancia al virus y, en consecuencia, un notable incremento de las producciones que permitieron reemprender de nuevo el cultivo normal de maíz en dichas zonas.

Con posterioridad, los programas de mejora genética fueron incorporando resistencia o tolerancia más o menos efectiva en los nuevos híbridos que han ido apareciendo en el mercado, de tal manera que en los últimos años se ha constatado una clara disminución de plantas infectadas por MDMV y un aumento de la tolerancia de las nuevas variedades al virus. En la **figura 3** se puede observar el porcentaje medio de plantas infectadas en las variedades ensayadas por el IRTA en la zona de regadíos de Lleida, en el marco de la Red de Evaluación de Variedades de Maíz en Cataluña, durante las campañas 1995 a 2012. Se puede comprobar claramente el descenso progresivo de este valor en la serie de dieciocho años evaluada y una recta de tendencia lineal con clara pendiente negativa.

La **figura 4** muestra el nivel de plantas infectadas por MDMV (%) en los ensayos del IRTA en esta misma zona durante las campañas 2010 a 2012, para cada una de las variedades evaluadas. Salvo alguna excepción, la mayor parte de híbridos han mostrado niveles de susceptibilidad bajos o muy bajos (< 3%), hecho que confirmaría la introducción de resistencia a este tipo de virosis en los nuevos híbridos antes mencionada. Es necesario remarcar que no se ha observado hasta ahora ninguna

FIGURA 3.

Evolución del porcentaje medio de plantas infectadas por MDMV en las variedades ensayadas por el IRTA en la zona de regadíos de Lleida. Campañas 1995 a 2012.



variedad que haya mostrado resistencia total al virus, aunque variedades como PR33Y72, PR33W82, PR32T16 o DKC6666 se comportan como prácticamente resistentes, con porcentajes medios de infección evaluados iguales o inferiores al 1%.

En el caso del virus del enanismo rugoso

del maíz (MRDV), los niveles de infección observados en la zona de ensayo (comarca del Pla d'Urgell) han sido bajos. Actualmente no hay ninguna variedad con resistencia a MRDV contrastada. Aun así, hay variedades que parecen mostrar una mayor o menor susceptibilidad a este virus (**figura 5**). Es necesario preci-

sar que los valores en la escala de porcentaje de plantas infectadas de la **figura 5** son muy bajos, es decir, que la mayor parte de variedades han mostrado porcentajes inferiores al 2% en la localidad y condiciones del ensayo. Esta baja afectación podría ser debida a que la incidencia de este virus varía mucho de un año a otro y a que también oscila entre zonas y fechas de siembra.

Después de la gravedad del ataque de MRDV durante la campaña 2012 en algunas zonas de Lleida, a la hora de sembrar se deberá tener en cuenta el mayor o menor nivel de susceptibilidad que muestren las variedades.

Durante la campaña 2010 el IRTA sembró una *nursery* o colección de variedades en las localidades de el Poal (el Pla d'Urgell) y Gimennells (el Segrià) para intentar detectar diferencias de susceptibilidad, con la esperanza de que las condiciones de la campaña pudieran favorecer una presión suficiente de los patógenos en el cultivo. Para facilitar este supuesto, se hizo una siembra tardía. En aquella campaña los problemas de virosis MRDV se produjeron principalmente en las zonas productoras más occidentales, mientras que en la zona del Pla d'Urgell el virus predominante fue MDMV, habitual en esta zona.

FIGURA 4.

Porcentaje medio de plantas infectadas por MDMV en las variedades ensayadas por el IRTA en la zona de regadíos de Lleida durante las campañas 2010 a 2012.

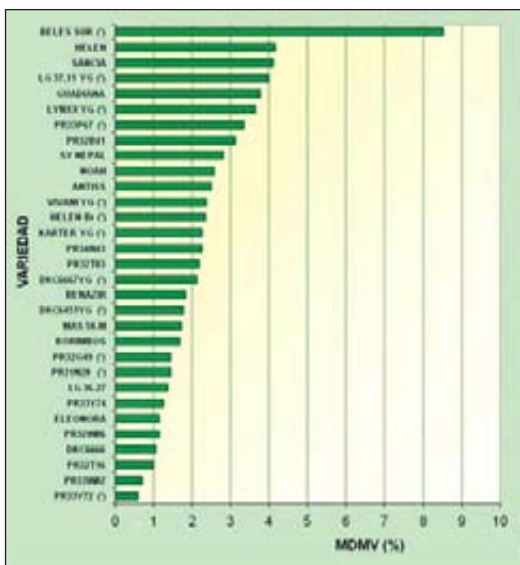
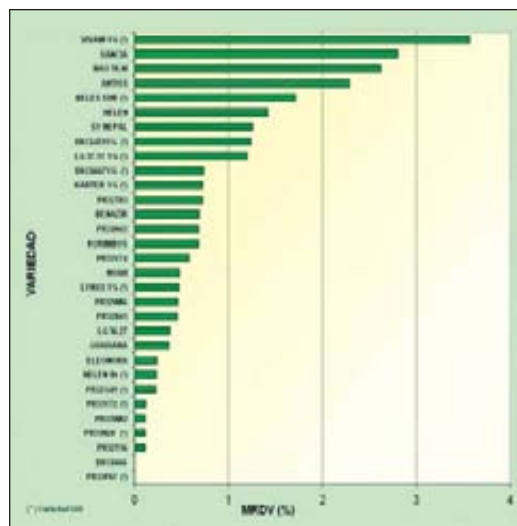


FIGURA 5.

Porcentaje medio de plantas infectadas por MRDV en las variedades ensayadas por el IRTA en la zona de regadíos de Lleida durante las campañas 2010 a 2012.



Localidades: El Poal (el Pla d'Urgell) y Gimennells (el Segrià).

Cabe destacar la virulencia del ataque de MRDV en Gimennells, donde todas las variedades sembradas mostraron altos niveles de infección. La media de plantas infectadas en esta localidad fue del 66,8%. Sin embargo, los diferentes híbridos mostraron niveles de susceptibilidad variables (**cuadro I**). Así, mientras PR33W82, PR33P67, Eleonora, PR33Y72, PR32T16, LG 36.27 o Elioso entre otras, mostraron un menor número de plantas afectadas, las infecciones más graves se produjeron en Carella, MAS70F, PR34N43, Lynx YG, Vivani CS, PR32B41, MAS58M, Benazir, DKC6450, Beles Sur o Antiss, entre otras. Por lo que respecta a MDMV, los niveles de infección fueron muy bajos en general. Aun así, variedades como LG 37.11, Guadiana, LG

36.27, MAS58M o MAS59P, entre otras, mostraron una mayor susceptibilidad.

Según las evaluaciones realizadas en los ensayos de El Poal (el Pla d'Urgell), MDMV fue la virosis más importante, aunque con niveles discretos de intensidad de infección (**cuadro I**). Los híbridos que se mostraron más susceptibles fueron PR33W82, Sancia, Carella, MAS59P, Karter YG, PR34N43 o DKC6677, entre otros. La presencia de MRDV en esta localidad fue muy escasa, afectando quizás un poco más a MAS58M, MAS59P, DKC6677YG o MAS70F, entre otras.

En las **figuras 6 y 7** puede observarse la distribución de las diferentes variedades coincidentes en los ensayos, respecto a su susceptibilidad frente a los virus MDMV y MRDV respectivamente, en evaluaciones hechas durante las campañas 2009 y 2010 en las localidades de Gimennells (el Segrià) y El Poal (el Pla d'Urgell).

Al cuestionarse si las variedades genéticamente modificadas son resistentes a virosis, cabe precisar que la modificación genética introducida en este tipo de material vegetal no aporta este tipo de resistencia. De hecho, las variedades genéticamente modificadas tendrían la misma susceptibilidad que sus isolíneas convencionales. Tan sólo se debería tener en cuenta en todo caso que el vigor y sanidad superiores que este tipo de variedades muestran de manera general, hace que puedan soportar mejor los ataques tardíos de virosis, mostrando una sintomatología más discreta y una menor incidencia en la producción.

En cualquier caso, dada la velocidad de renovación del material vegetal de siembra en este cultivo, es necesario el establecimiento de *nurseries* de evaluación de estas enfermedades en zonas de producción sensibles, en las que se pueda evaluar de forma continuada la mayor o menor susceptibilidad de las diferentes variedades que vayan apareciendo en el mercado.

Resumimos a continuación un corolario con las recomendaciones a seguir en casos graves o potencialmente graves de infección en las parcelas:

1. Las plantas infectadas por virus no tienen curación mediante productos fitosanitarios. Los sistemas de lucha han de ser pues de tipo preventivo.

2. Sembrar en fecha precoz, antes que la población de insectos vectores sea elevada. Si

CUADRO I.

Plantas infectadas (%) por MDMV y MRDV. Gimennells (el Segrià) y El Poal (el Pla d'Urgell). Campaña 2010.

Nº variedad	Variedad	Gimennells (El Segrià) Campaña 2010		El Poal (el Pla d'Urgell) Campaña 2010	
		% plantas (MDMV)	% plantas (MRDV)	% plantas (MDMV)	% plantas (MRDV)
1	AGN 717	0,0	69,7	11,5	1,9
2	ANCISS	1,9	81,5	1,5	0,0
3	BELES SUR	1,7	81,7	7,5	0,0
4	BENAZIR	0,0	82,8	8,8	1,8
5	BENGALI	0,0	68,5	11,1	0,0
6	CARELLA	0,0	100	14,5	0,0
7	CARELLA YG	1,6	60,7	1,7	1,7
8	DKC6450	0,0	82,8	6,0	0,0
9	DKC6451 YG	0,0	75,8	5,2	1,7
10	DKC6666	0,0	51,7	7,1	0,0
11	DKC6667 YG	0,0	54,2	5,3	3,5
12	DKC6677	0,0	76,1	12,1	1,7
13	ELEONORA	0,0	34,4	4,8	0,0
14	ELIOSO	1,8	48,2	8,8	1,8
15	ES CALIENTE	0,0	56,9	3,6	0,0
16	GUADIANA	5,6	53,7	2,0	0,0
17	HELEN	0,0	74,1	7,5	1,9
18	HELEN BT	1,6	75,4	3,5	0,0
19	KARTER YG	0,0	65,5	12,8	2,1
20	KERMESS	0,0	71,6	8,3	0,0
21	KLIMT	0,0	75,4	8,2	2,0
22	KORIMBOS	0,0	71,4	3,4	0,0
23	LG 36.27	4,8	47,6	4,3	2,2
24	LG 37.10	0,0	62,5	5,3	0,0
25	LG 37.11	6,8	74,6	7,5	0,0
26	LYNXX	0,0	73,7	1,9	0,0
27	LYNXX YG	0,0	89,1	8,8	1,8
28	MAS58M	3,6	83,6	7,7	5,8
29	MAS59P	3,4	69,0	13,2	3,8
30	MAS70F	0,0	93,3	3,2	3,2
31	NEPAL	0,0	73,1	8,1	1,6
32	NKVITORINO	1,8	57,1	9,3	0,0
33	NOAH	0,0	60,3	5,6	0,0
34	PR31N28	0,0	54,8	6,8	0,0
35	PR32B41	0,0	83,6	5,0	0,0
36	PR32G49	0,0	62,1	2,0	0,0
37	PR32T16	0,0	47,5	8,9	0,0
38	PR32T83	0,0	57,8	6,0	0,0
39	PR32W86	0,0	59,0	6,6	1,6
40	PR33P67	1,6	33,9	9,8	0,0
41	PR33W82	1,5	32,4	18,2	0,0
42	PR33Y72	0,0	45,3	1,9	0,0
43	PR33Y74	0,0	68,3	3,4	0,0
44	PR34N43	0,0	89,1	12,3	0,0
45	SANCIA	1,7	78,3	16,4	0,0
46	VIVANI CS	1,5	86,8	6,6	1,6
47	VIVANI YG	1,7	93,2	11,1	0,0
Media		0,8	66,8	7,3	0,9

la siembra no puede ser precoz, esta deberá ser tardía, con temperaturas más elevadas, con el objetivo de provocar que las plantas de maíz se desarrollen rápidamente y el período de mayor

susceptibilidad a las infecciones víricas sea el menor posible.

3. Mantener las parcelas y los márgenes limpios de malas hierbas, sobre todo de carrizo

FIGURA 6.

Porcentaje de plantas infectadas por MDMV en las diferentes variedades evaluadas. Localidades: Gimenezs (el Segrià) y El Poal (el Pla d'Urgell). Campañas 2009 y 2010.

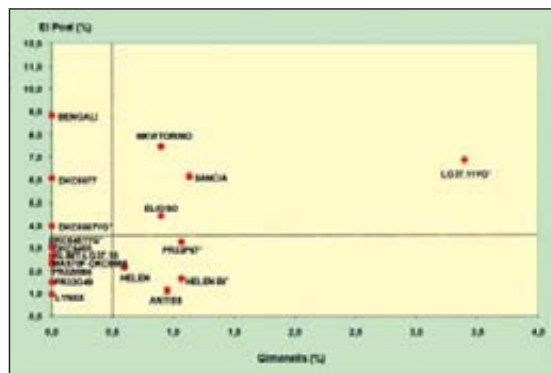
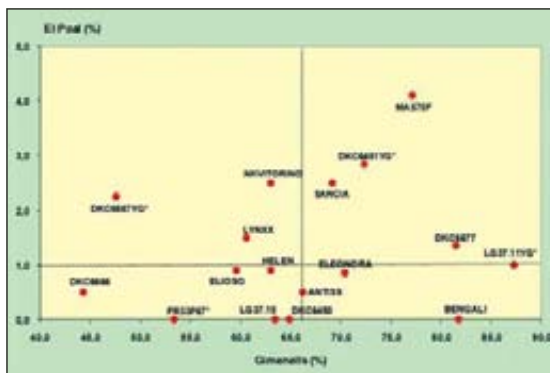


FIGURA 7.

Porcentaje de plantas infectadas por MRDV en las diferentes variedades evaluadas. Localidades: Gimenezs (el Segrià) y El Poal (el Pla d'Urgell). Campañas 2009 y 2010.



Ataque grave de MRDV en parcela de maíz en vegetación. Plantas enanas muertas y sin producción. Foto: A. López Querol.



Las plantas de maíz con MDMV suelen identificarse muy bien en los perímetros de la parcela ya que son los primeros en ser infectados por la llegada de pulgones vectores del virus. Foto: J.A. Betbesé.



Planta de maíz con sintomatología típica de grave infección por MRDV. Foto: A. López Querol

(*Sorghum halepense*). Controlar también de manera eficiente las gramíneas de verano, como la digitaria (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop), la cola de caballo (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv) y la lagartera (*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv.).

4. Efectuar al menos dos tratamientos insecticidas con productos autorizados, a partir de 2 a 3 hojas y mientras que la altura del cultivo lo permita.

5. Utilizar semilla de siembra tratada con un

insecticida sistémico autorizado.

6. Sembrar variedades que sean más o menos tolerantes a virosis.

7. Si el cultivo anterior al maíz ha sido cereal, enterrar bien el rastrojo y eliminar el posible rebrote que pueda haber. ●

Bibliografía ▼

Achon M.A., Lomonossov G.P. y Medina V. 1995. Studies on maize dwarf mosaic virus (MDMV) in northeast Spain. *Agronomie* 15 (7-8): 501.

Achon M.A. y Sobreperre M. 2001. Incidence of potyvirus in commercial maize fields, and their seasonal cycles in Spain. *J. Plan Dis. Prot.* 108: 399-406.

Achon M.A., Pinner M., Medina M y Lomonossov G.P. 1996. Biological characteristics of maize dwarf mosaic potyvirus from Spain. *Eur J Plant Pathol* 102: 697-705

Achon M.A., Sobreperre M. y Minguell R. 2003. Molecular and biological properties of a Sugarcane mosaic Potyvirus isolate from Spain. *Z Pflanzk Pflanz J Plant Dis Protect* 110.324/331

Achon M.A., Subira J., Sin E. 2013. Seasonal occurrence of *Laodelphax striatellus* in Spain: effect on the incidence of Maize rough dwarf virus. *Crop Protection* 47:1-5

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Avances de superficies y producciones de cultivos. Octubre de 2013. Página web: <http://publicacionesoficiales.boe.es/detail.php?id=566728013-0010>.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Registro de Productos Fitosanitarios. Página web: <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/productos-fitosanitarios/fitos.asp>. Actualización del 16 de abril de 2013.

Peña-Asín J., Costar A., Puig M., Pérez A. y Álvarez A. 2013. Evaluación de diferentes variedades de maíz en parcelas afectadas por virosis. *Vida Rural*, 356: 48-53.

Smith I.M., Dunez J., Lelliot R.A., Phillips D.H. y Archer S.A. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 671 páginas.

White D.G. (Ed.). 1999. Compendium of corn diseases. Third Edition. APS Press, The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 128 páginas.