

LOS RESULTADOS CONFIRMAN LA GRAVEDAD CRECIENTE DE ESTA AFECCIÓN Y SU IMPORTANCIA EN EL CONTEXTO ACTUAL

Evaluación de diferentes variedades de maíz en parcelas afectadas por virosis

Son muchas y diversas las afecciones bióticas que puede tener el cultivo del maíz y que acarrearán pérdidas económicas significativas por merma de rendimiento de grano. Entre las más importantes se citan las plagas de insectos, ciertas fisiopatías, infestaciones de arvenses, ataques de hongos, bacteriosis y las virosis, siendo estas últimas en la actualidad de gran importancia en muchas regiones del mundo.

Javier Peña-Asín, Asunción Costar,
Miriam Puig, Antonio Pérez y Ángel Álvarez.

Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), Zaragoza.

En España, en determinadas zonas maiceras, los cultivos están frecuentemente infectados por el llamado virus del mosaico enanizante del maíz que puede provocar severas pérdidas de

cosecha por la infección de las plantas jóvenes en crecimiento (Achon *et al.*, 1995), aunque su incidencia varía entre unas regiones y otras. Otros trabajos más recientes apuntan que la mayor incidencia se produce en el noreste de España, con pérdidas de hasta un 40% en algunas comarcas de Lleida y hasta del 22% en zonas limítrofes de Girona, Huesca o Zaragoza (Achon *et al.*, 1995; Achon y Sobrepere, 2001). En Aragón se ha descrito que en determinadas localidades de Huesca,

en las zonas de Monegros y de Barbastro, han aparecido infecciones severas del virus del enanismo rugoso del maíz, que posee una amplia distribución por toda América y también en Europa y Asia, y otras infecciones secundarias del virus del mosaico enanizante, que han disminuido las producciones de forma severa hasta pérdidas casi completas del cultivo.

Otros virus también detectados por esas zonas del noreste de España, aunque con menor incidencia en los cultivos del maíz, fueron el virus del mosaico de la caña de azúcar y el virus del enanismo clorótico del maíz.

Descripción de los virus más frecuentes

En general todos los virus presentan síntomas severos o leves en función de la cantidad de vectores que actúan y del estado vegetativo del maíz, y se manifiestan con daños como enanismo de la planta por acortamiento de los



Foto 1 (izda.). El virus MDMV es transmitido por la savia de la planta y por áfidos no persistentes (*Rhopalosiphum maidis* Fitch). Foto 2 (dcha.). Algunas veces se observan rayas cloróticas angostas a lo largo de las venas foliares, y más tarde una clorosis general y rayado más verde y abundante en las hojas jóvenes.

entrenados y malformaciones en las hojas. Muchas veces la descripción de una determinada virosis es imprecisa por presentarse en una planta diferentes infecciones debidas a varios virus. Determinados factores ambientales que provocan estrés en el maíz, como el viento y la sequía después de la siembra, pueden favorecer el desarrollo de las virosis, porque predisponen a una mayor susceptibilidad al cultivo.

A continuación se presenta una breve descripción de las principales virosis en el cultivo del maíz en nuestras latitudes.

Virus del mosaico enanizante del maíz, MDMV (*Maize Dwarf Mosaic Virus*)

Este virus produce una de las virosis del maíz más difundidas y está presente en todos los continentes. El virus es transmitido por la savia de la planta y por áfidos no persistentes (*Rhopalosiphum maidis* Fitch) (foto 1). Basta con un breve período de contacto entre los tejidos epidérmicos de la planta y el áfido, para que éste pueda propagar la enfermedad a otras plantas. Otro áfido, *Myzus persicae* Sulzer, también es un vector eficiente.

La abundancia del virus se ha correlacionado con la infestación de los campos de maíz por otras plantas que actúan como hospedantes, como el sorgo común, que actúa como principal reservorio natural, y la caña de azúcar. La acción del virus se caracteriza por producir un mosaico en la base de las hojas más jóvenes. Algunas veces se observan rayas cloróticas angostas a lo largo de las venas foliares, y más tarde una clorosis general y rayado más verde

Todos los virus presentan síntomas severos o leves en función de la cantidad de vectores que actúan y del estado vegetativo del maíz, y se manifiestan con daños como enanismo de la planta por acortamiento de los entrenudos y malformaciones en las hojas

y abundante en las hojas jóvenes (foto 2). En plantas maduras se observa una coloración rojiza púrpura y a veces pueden presentar un enanismo severo (foto 3). Las mazorcas no se desarrollan bien y quedan de tamaño muy pequeño si las plantas infectadas son muy jóvenes (foto 4) (CIMMYT, 2004).

Virus del enanismo rugoso del maíz, MRDV (*Maize Rough Dwarf Virus*)

Este virus se conoce desde hace años en países europeos y asiáticos, sobre todo en el norte de China. Su variante, el Virus del Mal de Río Cuarto (MRCV), se presenta abundantemente en Argentina y Uruguay. Las pérdidas de rendimiento en estos países son muy cuantiosas, pero especialmente notables en la Pampa verde argentina.

La transmisión del virus del enanismo ru-

goso se realiza de forma persistente por insectos de la familia Delphacidos, entre ellos *Laelodelphax striatellus* Fallen, que transmite el carácter de enanismo rugoso, y por *Delphacodes kuscheli*, que transmite la enfermedad del Mal de Río Cuarto. El insecto vector, al alimentarse de una planta enferma, adquiere el virus y propaga la infección hasta que muere la planta. Las hembras del vector transmiten la infección a las siguientes generaciones por medio de sus huevecillos.

Las plantas infectadas presentan síntomas de achaparramiento y enanismo, con tendencia a reducir bruscamente los entrenudos con agudos pliegues típicos de "cuello de cisne" (foto 5), y las nerviaciones secundarias se vuelven cloróticas y gruesas. Las hojas en general se endurecen y las más jóvenes se enrollan hacia arriba, presentando un crecimiento excesivo en los nervios del envés de la hoja (foto 6). Los síntomas se pueden detectar en las plántulas de un mes de edad aproximadamente. En etapas posteriores las plantas infectadas adquieren un color rojizo, no producen mazorcas o son muy pequeñas, y a menudo tienen la punta doblada. La mazorca y las hojas superiores se deforman y no terminan de desarrollarse (foto 7).

Virus del mosaico de la caña de azúcar, SCMV (*Sugarcane Mosaic Virus*)

Este virus pertenece a la familia de los potyvirus, y se describió por primera vez en 1962 en Ohio (EE.UU.). Recientemente algunas investigaciones sobre virus vegetales indican que los potyvirus integran cuatro diferen-

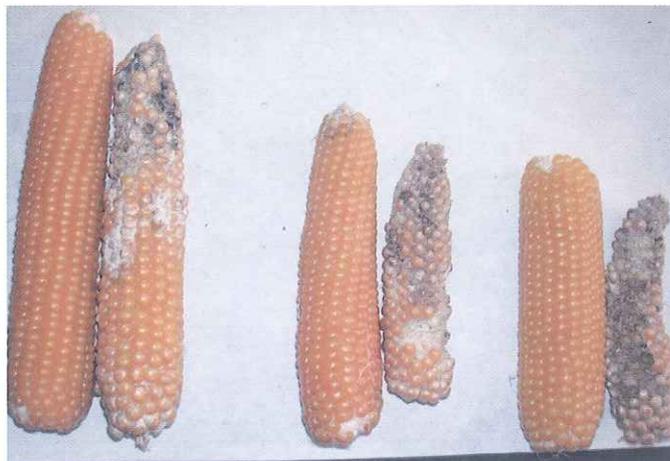


Foto 3 (izda). En plantas maduras infectadas por el MDMV se observa una coloración rojiza púrpura y a veces pueden presentar un enanismo severo. **Foto 4 (dcha).** Las mazorcas no se desarrollan bien y quedan de tamaño muy pequeño si las plantas infectadas son muy jóvenes.



Foto 5 (izda). Las plantas infectadas por MRDV presentan síntomas de achaparramiento y enanismo, con tendencia a reducir bruscamente los entrenudos con agudos pliegues típicos de "cuello de cisne". **Foto 6 (dcha).** Las hojas en general se endurecen y las más jóvenes se enroscan hacia arriba, presentando un crecimiento excesivo en los nervios del envés de la hoja cuando la planta está atacada por MRVD.

tes cepas: el virus del mosaico enanizante del maíz (MDMV), el virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV), el sorgo mosaico virus (SrMV) y el Johnsongrass mosaico virus (JGMV). Estos cuatro tipos aparecen a menudo juntos causando daños, aunque también han sido aislados en parcelas de cultivo a lo largo de los cinco continentes. La pertenencia de los cuatro virus a la misma familia se basa en poseer semejantes la morfología, la gama de huéspedes, el modo de transmisión y las propiedades físicas y químicas. Las primeras acciones de este virus en Europa fueron descritas en campos de cultivo de maíz en Alemania en la década de los 80 del pasado si-

glo. Según las pruebas serológicas realizadas, los síntomas fueron causados por este virus y por el virus del mosaico enanizante, y desde entonces ambas cepas se han observado regularmente en campos españoles, y ampliamente en zonas maiceras de Huesca y Lleida.

Estos virus son transmitidos por varias especies de pulgones, entre ellos *Rhopalosiphum maidis* Fitch, ya citado. Al alimentarse picoteando una planta enferma, los pulgones adquieren el virus y de inmediato comienzan a propagarlo a otras plantas. Las plantas infectadas desarrollan un mosaico característico, como algunas irregularidades en la distribución del color verde normal en la base de las hojas

más jóvenes. Algunas veces la apariencia del mosaico se intensifica por las franjas cloróticas angostas que se forman a lo largo de los nervios de las hojas, y más tarde las hojas más jóvenes muestran una clorosis general con franjas más grandes y abundantes. A medida que las plantas se aproximan a la madurez, la coloración adquiere un tono de color púrpura o rojizo (**foto 8**). En función de la etapa de desarrollo de la planta en que se produzca la infección, se podría presentar un elevado grado de enanismo; así las plantas infectadas durante las primeras etapas de desarrollo producen mazorcas muy pequeñas o son totalmente estériles por deformes (**foto 9**).



Foto 7 (izda). En etapas posteriores, las plantas infectadas por MRVD adquieren un color rojizo, no producen mazorcas o son muy pequeñas, y a menudo tienen la punta doblada. La mazorca y las hojas superiores se deforman y no terminan de desarrollarse. **Foto 8 (dcha).** En infestaciones de SCMV, a medida que las plantas se aproximan a la madurez, la coloración adquiere un tono de color púrpura o rojizo.



Foto 9 (izda.). Las plantas infectadas por SCMV durante las primeras etapas de desarrollo producen mazorcas muy pequeñas o son totalmente estériles por ser deformes. Foto 10 (dcha.). Las plantas infectadas por MLN no crecen normalmente, se vuelven cloróticas y mueren durante la fase de la floración de la planta.

Virus de la necrosis letal del maíz, MLN (Maize Lethal Necrosis Virus)

Esta enfermedad es causada por la combinación de dos virus, el virus del moteado clorótico del maíz (MCMV) y el virus del mosai-

co enanizante del maíz (MDMV).

Las plantas infectadas por MLN no crecen normalmente, se vuelven cloróticas y mueren durante la fase de la floración de la planta (foto 10). Si durante las primeras etapas de de-

sarrollo las plantas son infectadas no producen mazorcas.

Evaluación de una infección vírica

El objetivo planteado en nuestro ensayo fue evaluar diferentes germoplasmas de maíz, bajo pre-visibles condiciones de virosis, en concreto una población sintética de amplia base genética mejorada por adaptación mediante selección recurrente recíproca. El ensayo se implantó en una zona maicera endémica de daños por virus, que suelen producir importantes mermas en los rendimientos de los cultivos (Achon y Sobreperre, 2001).

El ensayo se realizó en Torres de Alcañadre (Huesca) en 2009. En esa zona se suelen manifestar las cepas del virus del mosaico enanizante (MDMV) y las del virus del mosai-

Silo-SPACE

Las más resistentes y económicas



Suelo móvil hidráulico • Tren rodante flexible y ágil • Batiante frontal hidráulico • 4 modelos, capacidad hasta 55 m³

Concesionarios JOSKIN para España

- **DÍAZ Y VALIN SL**
(Galicia) 982 20 95 96
- **COMERCIAL AGRÁRIA**
(Cataluña) 973 48 32 00
- **MENDYRA**
(Navarra) 606 16 98 14
- **JOSE LUIS**
(Cantabria) 942 59 90 02
- **LUIS LOPEZ MORENO**
(Murcia) 968 57 83 47
- **TALLERES CABEZA**
(Toledo) 925 30 16 13
- **ALTEMIR Y FEBAS**
(Aragón) 974 41 20 08
- **AGRITULSA SL**
(Giroña) 630 94 90 70
- **TECNOAUTO MOTOR SL**
(País Vasco) 945 28 00 66
- **ALQUILER DE TRACTORES Y CUBAS S.L.**
(Huelva) 625 44 41 39
- **BASILIO PERAL S.L.**
(Benavente Zamora) 606 37 22 25
Avda. Galicia, km 274,1 Zamora
Ctra. Villadangos, km 26
Sta. M^a del Páramo (León)
Ctra. Orense, km 0,3 Benavente (Zamora)
- **TALLERES BARRIO GÓMEZ S.A.**
(Escalona Del Prado Segovia) 921 57 05 10

JOSKIN

Tel: 0032 43 77 35 45 • www.joskin.com



CUADRO I.

Valores medios de número total de mazorcas, vigor de planta y rendimiento de grano en los genotipos evaluados (población sintética mejorada e híbridos testigos).

	Mazorcas totales** (n°)		Vigor (n° hojas ¹)		Rendimiento** (kg/ha)	
	Ausencia	Virosis	Ausencia	Virosis	Ausencia	Virosis
Población sintética	45	43	7,8	8,9	9.111	7.600
Híbridos testigos	44	32	6,8	7,7	9.650	4.133
Total	89	75	14,6	16,6	18.761	11.733
Media	44,5	33,0	7,3	8,3	9.380	5.866

⁽¹⁾ a los 30 días después de la siembra.

CUADRO II.

Medias de longitud de mazorca, número de filas y presencia de virus en los genotipos evaluados (población sintética mejorada e híbridos comerciales testigos).

	Longitud mazorca (mm)		Número de filas		% de virus	
	Ausencia	Virosis	Ausencia	Virosis	Ausencia	Virosis
Población sintética	179	153	17	17	0	19
Híbridos testigos	185	154	16	16	0	38
Total	364	307	33	33	-	57
Media	182	153,5	16,5	16,5	-	28,5

co del enanismo rugoso del maíz (MRDV). En nuestro ensayo la presencia de ambos virus fue verificada mediante análisis por el Centro de Sanidad y Certificación Vegetal del Gobierno de Aragón, sito en el Campus de Aula Dei, Zaragoza. Cabe señalar que en las informaciones técnicas del Centro de Transferencia Agroalimentaria del Gobierno de Aragón, en sus ensayos de 2008 de evaluación de variedades comerciales de maíz, ya se informaba sobre las infecciones de virosis detectadas en las comarcas maiceras de Monegros y del Somontano de Barbastro (Huesca), muy próximas a nuestro ensayo de Torres de Alcanadre (Peña-Asín, 2012).

En el ensayo se procedió a evaluar el comportamiento agronómico de una población sintética de maíz (EZS34xEZS33), desarrollada en la Estación Experimental de Aula Dei (EAD-CSIC) de Zaragoza. Como testigos del ensayo se sembraron cuatro híbridos, tres eran híbridos comerciales de amplio cultivo en la zona (Helen, Dracma y Costanza), y un híbrido simple de fórmula abierta, B73xMo17.

El diseño experimental fue de bloques al azar y tres repeticiones y la densidad de plantación fue de alrededor de 70.000 plantas/ha. En el análisis estadístico del ensayo observamos que la interacción genotipo x ambiente fue altamente significativa para los caracteres "rendimiento total de grano" y "nú-

mero total de mazorcas por parcela" (**cuadro I**). Respecto al carácter agronómico más importante, el rendimiento, y para ambos tipos de variedades (población sintética e híbridos), los valores netos han descendido notablemente en las parcelas afectadas por virosis, pero solo el 16,6% en la población y el 57% para la media de los híbridos. En el mismo **cuadro I** también se puede observar un valor neto de 3.467 kg/ha a favor de la población sintética respecto a la media de los cuatro híbridos, cuyos germoplasmas son mayoritariamente de origen americano. La inter-

Ciertas prácticas de cultivo pueden ser eficaces, como la elección oportuna de la fecha de siembra, ya que es conocido que cuando la infección de los virus se produce entre la emergencia del cultivo y la tercera hoja, es mayor la cantidad de plantas con síntomas muy severos

pretación puede ser evidente, ya que la población sintética, que ha sido desarrollada en nuestras condiciones ambientales con germoplasma adaptado a las mismas a partir de variedades tradicionales, ha presentado una mejor respuesta frente a las virosis.

Respecto al carácter "número total de mazorcas por parcela", también fue significativamente superior el valor de la población frente al de los testigos (**cuadro I**). Sin embargo, la presencia o ausencia de virus no afectó al carácter número de filas, que presenta idénticos valores, aunque es la población sintética la que muestra un valor superior de filas (media de 17) frente al de los híbridos (media de 16) (**cuadro II**). Respecto a la presencia de plantas viróticas, es muy superior, el doble (38%), en los híbridos testigos respecto a las que presenta la población adaptada (19%).

Un aspecto que determina la presencia de los virus es probablemente debido al binomio resistencia/susceptibilidad inherente al fondo genético del maíz, y en nuestro caso, como era previsible, la mayor variabilidad genética de la población sintética hace que se adapte mejor frente a estos estreses bióticos, y pone de manifiesto una respuesta más estable, rápida y contundente que los híbridos comerciales testigos. Las pérdidas o descensos ocasionadas por los virus han sido notables para todos los caracteres expuestos en los **cuadros I y II**, lo que confirma la gravedad creciente de esta afección y su importancia en el contexto actual del cultivo del maíz en nuestras comarcas.

Métodos de control de las virosis

El control de las virosis se hace necesario para prevenir o minimizar las pérdidas de rendimiento en grano o forraje en el cultivo de maíz. Por ello es fundamental estudiar la diversidad y estructura de las poblaciones de virus presentes en el cultivo, para definir mejor las estrategias de un control eficiente y estable. Para desarrollar esas estrategias de control, desde el punto de vista de la mejora genética, el método más eficaz es la obtención de variedades de maíz resistentes a los diferentes virus, y para lograr ese objetivo es fundamental conocer tanto sus ciclos vitales como las fluctuaciones poblacionales del in-

secto vector del virus causante de la enfermedad y los factores que condicionan su expresión, así como las condiciones climáticas y el período de mayor susceptibilidad del maíz, para así eliminar o poder disminuir a límites aceptables la incidencia de esa enfermedad.

La obtención de germoplasmas de maíz resistentes han sido investigadas principalmente en Estados Unidos, donde estos virus causan importantes daños en muchas regiones maiceras afectando a muchos miles de hectáreas, y cuyo principal método de protección frente a los virus es el uso de variedades que posean genes que confieran resistencia a los mismos. Sin embargo, el gran inconveniente de utilizar esos materiales mejorados en nuestras comarcas es que han sido obtenidos con germoplasma americano adaptado a sus específicas condiciones ambientales de cultivo, por lo que suelen perder su eficacia en otras condiciones diferentes. Por ello se hace necesario usar germoplasmas propios adaptados a nuestras específicas condiciones de suelos y clima.

Por otro lado existen otros métodos de control que pasan por evitar la infección y dispersión de las virosis, como la utilización de semilla tratada (tratamiento con Gaucho, Poncho, etc.), pero estos métodos son parcialmente efectivos pues ofrecen una protección limitada, hasta un estado precoz de desarrollo de la plántula (3-5 hojas).

Otro método más general, y también parcialmente efectivo, es el uso de los tratamientos insecticidas en el cultivo, aplicados de manera sistémica y programada para evitar las altas poblaciones de insectos áfidos transmisores de los virus. Los mayores inconvenientes de este método son las contaminaciones cruzadas con otras plagas y la erradicación de la fauna auxiliar beneficiosa para el cultivo.

Finalmente, existen ciertas prácticas de cultivo que también pueden ser eficaces, como la elección oportuna de la fecha de siembra, ya que es conocido que cuando la infección de los virus se produce entre la emergencia del cultivo y la tercera hoja, es mayor la cantidad de plantas con síntomas muy severos que ocasionan las mayores pérdidas de rendimiento. Otra práctica es el control de la flora arvense en el campo, fundamentalmente en las cunetas y los márgenes, ya que se eliminan las malas hierbas hospedantes de los áfidos que portan los virus. Por último, se citan también otras prácticas relacionadas con la limpieza de herramientas y aperos agrícolas. ●

Bibliografía ▼

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

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

C.I.M.M.Y.T. 2004. Programa de Maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. *Enfermedades del maíz: guía para su identificación en el campo*. 4ª edición, México D.F., México

Peña-Asín J. 2012. Evaluación de dos poblaciones sintéticas de maíz mediante técnicas agronómicas y moleculares. Tesis Doctoral, Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza.

Cultiva Oportunidades
Cosecha Beneficios

6 al 9
febrero
2013



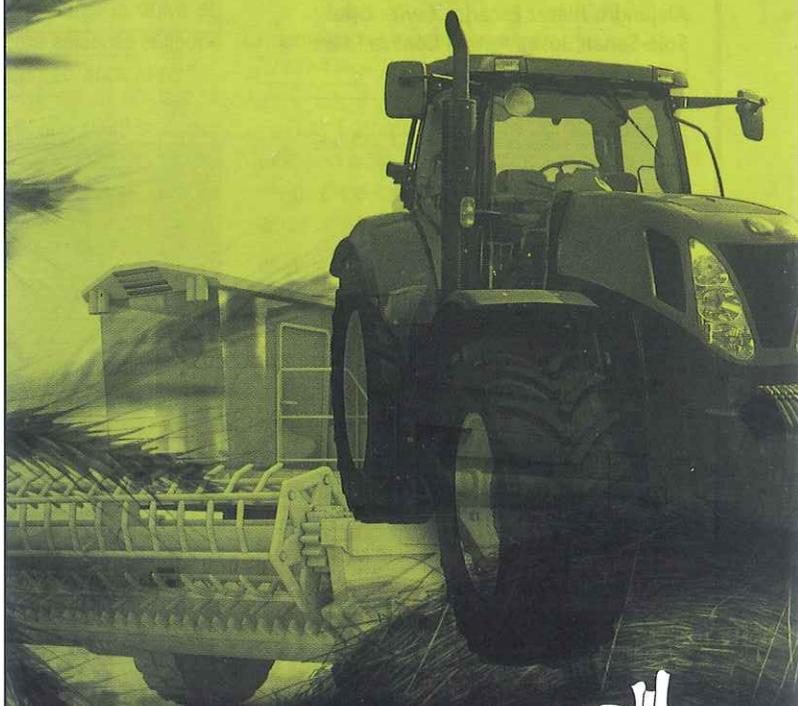
agraria

FERIA DE MAQUINARIA

Servicios para el desarrollo
de la agricultura

Maquinaria para
la ganadería

Innovaciones tecnológicas
y maquinaria



Colabora:



FERIA DE
VALLADOLID

www.feriavalladolid.com

RESERVA DIRECTAMENTE llamando al 983 429 115 / 192
o escribiéndonos a comercial2@feriavalladolid.com