



Planta de borraja con parada de crecimiento y deformación foliar en ápice, producido por el CMV.

VIROSIS DE LA BORRAJA

M. LUIS ARTEAGA
Servicio de Investigación Agraria
Diputación General de Aragón

La borraja (*Borrago officinalis* L.) es una especie silvestre, perteneciente a la familia Borragináceas, que en España se cultiva para consumo humano, fundamentalmente en el valle del Ebro (Aragón, La Rioja y Navarra), aunque actualmente su cultivo se está extendiendo a otras zonas, como Lérida y Burgos. Tradicionalmente era cultivada al aire libre, pero, con la expansión de los túneles e invernaderos de plástico, muchos agricultores han empezado a cultivarla bajo protección, consiguiendo una precocidad en la recolección respecto a la obtenida al aire libre que aumenta la rentabilidad del cultivo.

Al igual que ocurre con otras especies vegetales, la borraja es sensible a enfermedades producidas por virus que provocan pérdidas de rendimiento. En España se ha descrito la enfermedad producida por el Virus del Mosaico del Pepino (Cucumber Mosaic Virus = CMV), a partir de plantas cultivadas en Aragón.

Características generales del Virus del Mosaico del Pepino

El CMV es un virus capaz de producir enfermedades en un elevado número de especies cultivadas pertenecientes a numerosas familias botánicas. Entre ellas están: melón, pepino y calabaza (Cucurbitáceas), tomate, pimiento y berenjena (Solanáceas), judía y guisante (Papi-

lionáceas), lechuga (Compuestas), y espinaca (Chenopodiáceas), dentro de las especies hortícolas más comunes.

Además de las especies cultivadas, también son sensibles muchas especies silvestres. Incluso se transmite a través de la semilla de algunas especies como: *Stellaria media* (pamplina, paulina o tortoruelo), entre las silvestres, y *Phaseolus vulgaris* (judía), entre las cultivadas.

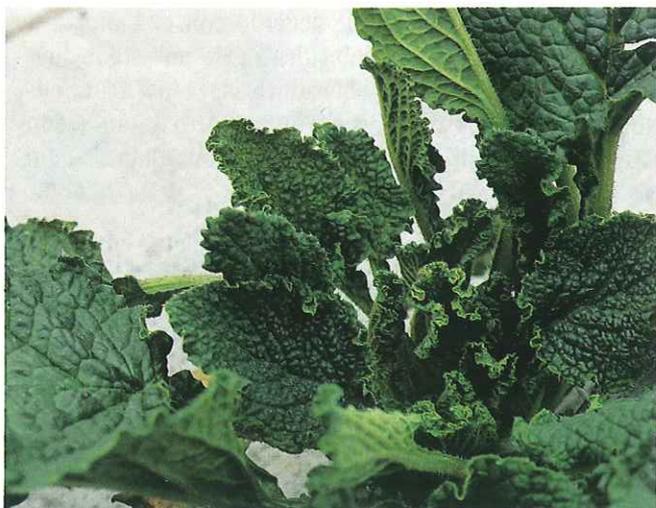
Todas estas especies pueden actuar como focos de contaminación. A partir de ellas, los pulgones pueden diseminar el virus, adquiriéndolo al alimentarse con plantas enfermas y distribuyéndolo sobre otras plantas sanas en las que van picando a continuación. Los pulgones son los vectores naturales del virus. Lo transmiten por la forma denominada no-persistente. En esta forma de transmisión, el vector es capaz de adquirir el virus en pocos minutos y transmitirlo rápidamente a continuación, durante las picaduras de prueba que realiza sobre otras plantas, siendo capaz de transmitirlo durante un período corto, a menos que se alimente de nuevo sobre otras plantas enfermas. Por ello, las posibilidades de lucha química, mediante tratamientos insecticidas para eliminar los pulgones, no son totalmente eficaces, ya que el vector tiene tiempo suficiente para transmitir el virus antes de que el producto surta efecto. No obstante, si se reduce la población de vectores, también disminuyen las posibilidades de difusión de la enfermedad.

Sintomatología producida por el CMV sobre la borraja

Los síntomas que el virus produce sobre la borraja consisten en alteraciones del color de la hoja, apareciendo zonas de color verde-oscuro que se alternan con otras de color verde-claro (mosaico). El limbo aparece arrugado, deforme y poco desarrollado. Además se produce una parada del crecimiento de la planta, la cual alcanza menor desarrollo que las plantas sanas, con la consiguiente pérdida económica, puesto que se consume la parte vegetativa.

El grado de reducción del crecimiento depende del estado vegetativo de la planta en el momento en que se produce la contaminación por el virus, de forma que, si la contaminación tiene lugar cuando la planta es joven, las pérdidas pueden llegar a ser considerables, mientras que si ocurre al final del cultivo, las consecuencias pueden ser poco apreciables.

Aunque no se ha realizado un estudio detallado de la incidencia de la enfermedad en la borraja, se ha observado que el número de plantas afectadas es variable de unos años a otros, al igual que ocurre con el CMV en otros cultivos. Existen diversos factores que influyen en dicho aspecto. Los factores climáticos (temperatura, humedad, etc.) condicionan la existencia de flora arvense y la biología de los pulgones vectores. También influyen factores culturales, como la fecha de siembra, la proximidad de otros cultivos infectados por el virus, la realización de siembras escalonadas en parcelas contiguas, donde las de siembra más temprana pueden servir de foco de virus para las posteriores, la existencia de malas hierbas dentro y fuera de las parcelas, etc.



Planta de borraja con abullonado del limbo, rizado y enrollado de las hojas apicales, producido por el CMV.

Diagnóstico de la enfermedad

El diagnóstico de las enfermedades producidas por virus ha de realizarse de forma experimental. En laboratorio se realizan pruebas serológicas, bioquímicas y de microscopía electrónica, mientras que las pruebas biológi-

cas se realizan en invernaderos climatizados. Las pruebas biológicas consisten en hacer transmisiones a partir de las muestras sobre plantas sanas de especies indicadoras y estudiar las reacciones presentadas por éstas. También se incluyen plantas sanas de la especie origen de la muestra para reproducir la enfermedad.

El diagnóstico visual, por sintomatología en campo, es una indicación o ayuda complementaria de las pruebas realizadas en laboratorio e invernadero, pero insuficiente por sí solo.



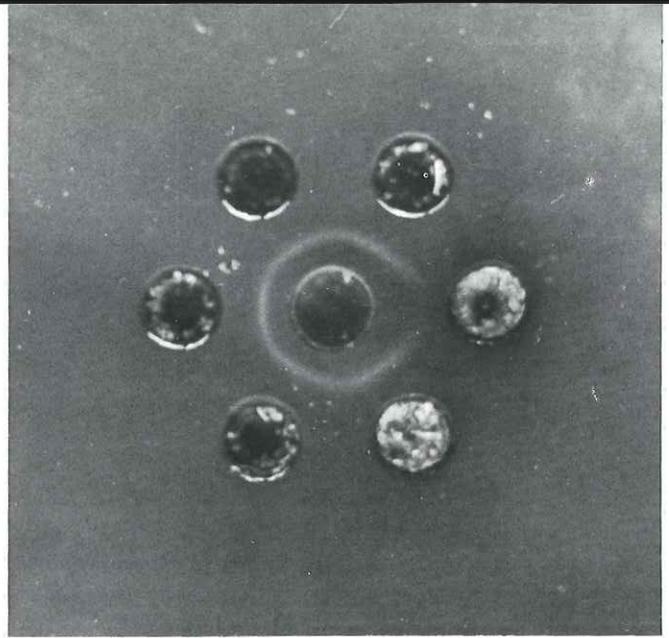
Planta enferma obtenida experimentalmente mediante inoculación mecánica del virus a partir de las muestras del campo (izquierda) en comparación con una planta sana (derecha).

En el Servicio de Investigación Agraria de la Diputación General de Aragón se estudiaron, entre 1982 y 1988, diez muestras de borraja, procedentes de diferentes zonas de cultivo de Zaragoza y Huesca, que presentaban mosaicos, arrugamientos y deformaciones en las hojas. La extensión de los síntomas era variable; en algunas muestras estaba afectada toda la planta y en otras, sólo la parte superior.

La detección del CMV en dichas muestras se realizó mediante transmisión por inoculación mecánica sobre las siguientes especies indicadoras: *Vigna unguiculata* (Leguminosa); *Cucumis melo*, *Cucumis sativus* y *Cucurbita pepo* (Cucurbitáceas); *Chenopodium amaranticolor* y *Chenopodium quinoa* (Chenopodiáceas); *Capsicum annum* 'Yolo Wonder', *Nicotiana tabacum* 'Xanthi nc' y *Physalis floridana* (Solanáceas), las cuales manifestaron reacciones de dos tipos: reacción local sobre las hojas inoculadas, como en el caso de *V. unguiculata*, *Ch. amaranticolor* y *Ch. quinoa*, o reacción sistémica sobre las hojas que crecieron después de realizada la inoculación mecánica; reacciones del segundo tipo mostraron el resto de las especies anteriormente citadas. En las pruebas biológicas se incluyeron también plantas sanas de borraja, las cuales, una vez inoculadas, manifestaron síntomas graves de mosaico en hojas, con deformación y estrechamiento del limbo y reducción del desarrollo de la planta, similares a las plantas enfermas procedentes del campo.



Lesiones necróticas obtenidas sobre hojas primarias de Vigna unguiculata inoculada con el virus obtenido de borraja.



Arcos de precipitación obtenidos frente a un antisuero del CMV (pocillo central) a partir del jugo de las hojas de borraja enferma (todos los pocillos exteriores menos el de la derecha, que se llena con jugo de una planta sana).

Se observaron las partículas virales mediante el microscopio electrónico, que en el CMV tienen forma aproximadamente esférica, con un diámetro de 30 milímetros. Para poder observar las partículas del virus son necesarios del orden de 30 000 aumentos.

Las técnicas serológicas empleadas en virología vegetal son diversas: inmunodifusión en medio gelosado, técnica ELISA, etc. Para su realización es necesario disponer de un antisuero del virus que se pretende diagnosticar. Existen antisueros comerciales de algunos virus. En la técnica de inmunodifusión, la aparición de un arco de precipitación, entre los pocillos correspondientes a la muestra en estudio y al antisuero del virus conocido, indica la existencia de dicho virus en la muestra. Por la técnica ELISA, las muestras que contienen el virus provocan la aparición de una reacción coloreada en la fase final del proceso, cuya intensidad de color puede ser medida mediante un espectrofotómetro, determinando qué muestras contienen el virus.

En el caso de las plantas de borraja enfermas se realizaron pruebas serológicas por inmunodifusión en medio gelosado. Se utilizó un antisuero contra CMV procedente de Francia, frente al cual se obtuvieron arcos de precipitación indicadores de la existencia de CMV en las muestras estudiadas.

Normalmente, el diagnóstico de una enfermedad producida por virus requiere la combinación de técnicas biológicas, serológicas y de microscopía electrónica. En los últimos años se han desarrollado otras técnicas, como la inmunoelectromicroscopía, la detección de ácido ribonucleico (ARN) de cadena doble y técnicas de hibridación molecular, utilizando copias de ácido desoxirribonucleico (cDNA).

Medios de lucha

No existe posibilidad de control mediante tratamientos químicos contra los virus, debido a que éstos se multipli-

can aprovechando los mecanismos bioquímicos de las células vegetales, por lo que las posibles sustancias que actuarían impidiendo la multiplicación del virus interferirían también en los procesos de multiplicación de las células y, por lo tanto, impedirían el desarrollo de la planta.

Los métodos de control de virus son todos indirectos, encaminados a evitar que se introduzcan en los cultivos, porque una vez introducidos, no existen posibilidades curativas.

Por ello, para evitar los ataques del CMV en borraja, han de eliminarse los pulgones vectores mediante tratamientos insecticidas, y también las plantas silvestres, ya que las malas hierbas pueden constituir una reserva para el virus y los pulgones. También se puede actuar variando las fechas de siembra, de acuerdo con la biología de los vectores, evitando la coincidencia de un estado juvenil de las plantas con poblaciones elevadas de áfidos. Normalmente, los cultivos en invernadero están menos expuestos a virosis transmitidas por áfidos que los cultivos al aire libre.

Otro aspecto que se ha de tener en cuenta, cuyo estudio aún no ha podido ser abordado, es conocer si existe transmisión a través de la semilla de la borraja, ya que, en caso afirmativo, las plantas procedentes de semilla enferma constituyen focos de virus dentro de la misma parcela, aumentando las posibilidades de expansión de la enfermedad por los pulgones. ●

Fe de erratas:

- En la información aparecida en el nº 14 de «SURCOS DE ARAGÓN», en la que se hacía referencia al Primer Premio Nacional en la modalidad de «Agricultores sobresalientes en Actividades Agrarias», conseguido por D. Manuel Gracia Jurado, figuraba como vecino de ATECA, cuando en realidad es vecino de la localidad de ATEA.
- En el artículo «El Riego Localizado III», publicado en el nº 17 de «SURCOS DE ARAGÓN», correspondiente al mes de octubre, no aparecía el autor del mencionado artículo, José Manuel Tabuenca Martínez, Ingeniero Técnico Agrícola destinado en el Servicio de Estudios y Coordinación de Programas del Departamento de Agricultura de la DGA.