

Evaluación de selecciones de olivo para la resistencia a verticilosis

Se han realizado ensayos comparativos de campo para evaluar la evolución de la enfermedad

La verticilosis del olivo (VO), causada por el hongo de suelo *Verticillium dahliae* Kleb, fue diagnosticada por primera vez en Italia en 1946 (Ruggieri, 1946) y unos 33 años más tarde se detectó en España, en campos experimentales próximos a Córdoba. Desde entonces se ha confirmado su presencia en todas las provincias andaluzas y resto de zonas olivereras de diferentes comunidades autónomas como Aragón, Castilla-La Mancha, Cataluña, Extremadura y Valencia, donde constituye una de las principales limitaciones para el cultivo del olivo (Jiménez-Díaz *et al.*, 2011).

La gravedad de los síntomas de la VO depende en gran medida del grado de virulencia del hongo, distinguiéndose dos patotipos, defoliante (D) y no defoliante (ND). Se ha demostrado que el patotipo D es el que presenta una mayor virulencia y severidad en su sintomatología (López-Escudero *et al.*, 2004) y es además el patotipo más extendido en las zonas olivereras de España (Jiménez-Díaz *et al.*, 2011).

Como consecuencia, aquellas variedades de olivo que consiguen ser tolerantes al patotipo ND, pueden resultar seriamente afectadas por el patotipo D. Esta respuesta variable de las diferentes variedades dependiendo del grado de virulencia del patógeno, junto con la falta de homogeneidad en la distribución del patógeno en el suelo, la influencia de los factores ambientales y otras características del hongo, como son el elevado número de especies herbáceas y leñosas que es ca-

Alicia Serrano-Gómez¹, Dolores Rodríguez-Jurado¹, Belén Román¹, José Bejarano-Alcázar¹, Juan Cano², Raúl De la Rosa¹ y Lorenzo León¹.

¹ IFAPA Centro Alameda del Obispo (Córdoba) @mejoradelolivo

² IFAPA Centro Venta del Llano (Mengíbar, Jaén).



Ensayo en microparcels (Córdoba).

El programa de mejora genética de olivo desarrollado en el Centro Ifapa Alameda del Obispo en Córdoba incorporó como objetivo principal en una de sus líneas de trabajo el obtener nuevas variedades que combinen los caracteres de tolerancia/resistencia a la verticilosis del olivo y buenas características agronómicas. Este trabajo muestra los resultados de ensayos comparativos que se realizan en la etapa final del programa de mejora de olivo.

paz de infectar, la capacidad de sobrevivir en el suelo durante más de diez años en ausencia de plantas huéspedes y su crecimiento confinado en xilema de planta, dificultan en gran medida su control.

Por todo ello, se aconseja llevar a cabo una estrategia de control integrado que

evite tanto la llegada del hongo a la zona de cultivo, como reducir la cantidad de inóculo en aquellas zonas en las que ya se encuentra presente. Entre las medidas aconsejadas, la más eficaz, económica y medioambientalmente sostenible es el uso de variedades resistentes.

Sin embargo, en olivo, tras varios años de evaluaciones no se ha encontrado ninguna variedad completamente resistente a la VO, siendo las variedades más cultivadas muy susceptibles, como Picual, Hojiblanca y Arbequina (López-Escudero *et al.* 2004, Martos-Moreno *et al.* 2006, Trapero *et al.* 2013). Mientras que las variedades que han mostrado mayor nivel de tolerancia, como Frantoio, Changlot Real y Empeltre presentan ciertas desventajas agronómicas. Por ello, el programa de mejora genética de olivo desarrollado en el Centro Ifapa Alameda del Obispo en Córdoba, incorporó como objetivo principal en una de sus líneas de trabajo el obtener nuevas variedades que combinen los caracteres de tolerancia/resistencia a la VO y buenas características agronómicas.

Desde entonces se han realizado cruzamientos entre diferentes variedades y evaluado sus progenies en condiciones controladas, mediante inoculaciones artificiales (Arias-Calderón *et al.* 2015), lo que ha permitido seleccionar varios genotipos que potencialmente podrían cumplir los requisitos exigidos. No obstante, debido las particularidades de la VO mencionadas anteriormente, es necesario una evaluación prolongada en el tiempo para caracterizar el comportamiento agronómico y frente a la infección por dicho patógeno en diferentes condiciones.

El presente trabajo muestra los resultados de ensayos comparativos que se realizan en la etapa final del programa de mejora de olivo para resistencia a la VO y que consiste en evaluar, en condiciones semicontroladas y naturales, los genotipos previamente seleccionados en condiciones estandarizadas. Para ello, se ha instalado un ensayo en microparcelas inoculadas artificialmente con el patotipo D y se han establecido cuatro ensayos en parcelas localizadas en los



Campo de ensayo comparativo en condiciones naturales de cultivo en parcelas de Arjona (Jaén).

términos municipales de Arjona, Begíjar, Úbeda y Villatorres, todos ellos en la provincia de Jaén.

Con estos ensayos se podrá verificar el comportamiento tolerante/resistente de dichos genotipos y establecer un sistema

de evaluación adecuado para la selección en los programas de mejora.

Material vegetal y metodología

En total se están evaluado 19 genotipos (**cuadro I**) procedentes de polinización libre y de cruzamientos dirigidos entre diferentes variedades. La distribución de los genotipos en el campo se ha realizado al azar con un número variable de repeticiones, en función de la disponibilidad de plantas y superficie de la parcela. En todos los ensayos se han utilizado las variedades Picual y Frantoio como referencias de susceptibilidad y resistencia, respectivamente.

Para el ensayo en condiciones semicontroladas se instaló en marzo de 2016 un ensayo en microparcelas ubicadas en los campos experimentales del Ifapa Alameda del Obispo, donde se han incorporado al suelo de forma homogénea microesclerocios de un aislado del patotipo D. Mientras que los ensayos en condiciones naturales de cultivo han sido instalados en cuatro parcelas de agricultores particulares distribuidas por la provincia de Jaén, concretamente, en los términos municipales de Arjo-

CUADRO I

GENOTIPOS DE OLIVO PRESELECCIONADOS PARA RESISTENCIA A VERTICILIOSIS EVALUADOS EN DIFERENTES CONDICIONES DE CAMPO.

Genotipo	Cruzamiento ¹	Campo de ensayo ²
Aq1	Arbequina pl	3 y MP
E1	Empeltre pl	1,3 y MP
F1	Frantoio pl	1,2,3,4 y MP
K1	Koroneiki pl	1,3,4 y MP
K2	Koroneiki pl	1,3 y MP
P1	Picual pl	3 y MP
Pd1	Picudo pl	2,3 y MP
Pd2	Picudo pl	1,2,3,4 y MP
CD1	Changlot x Dolce Agogja	1,2,3,4 y MP
CD2	Changlot x Dolce Agogja	1,3,4 y MP
CD3	Changlot x Dolce Agogja	1,2,3,4 y MP
FA1	Frantoio x Arbosana	1,2,3,4 y MP
FA2	Frantoio x Arbosana	1,2,3,4 y MP
FA3	Frantoio x Arbosana	1,2,3,4 y MP
FA4	Frantoio x Arbosana	1,2,3,4 y MP
FA5	Frantoio x Arbosana	1,3 y MP
FD1	Frantoio x Dolce Agogja	1,3 y MP
KE1	Koroneiki x Empeltre	1,2,3 y MP
KE2	Koroneiki x Empeltre	1,3 y MP

¹ pl, polinización libre. ² Ensayo de campo: 1 = Ensayo de Arjona, 2 = Ensayo de Villatorres, 3 = Ensayo de Begíjar, 4 = Ensayo de Úbeda, MP = Ensayo en microparcelas.



Campo de ensayo comparativo en condiciones naturales de cultivo en parcelas de Villatorres (Jaén).



Campo de ensayo comparativo en condiciones naturales de cultivo en parcelas de Úbeda (Jaén).

na, Begíjar, Villatorres y Úbeda, dónde las plantaciones previas de olivo habían mostrado graves síntomas y la presencia del hongo fue verificada mediante análisis de suelo. Sin embargo, en este caso la distribución del patógeno no era homogénea y se desconocía el patotipo presente. Estos ensayos fueron establecidos en mayo de 2015, excepto el ensayo de Villatorres que se instaló un año antes.

La evolución de la enfermedad en los genotipos de los distintos ensayos se ha evaluado mediante inspección visual de la aparición de síntomas de acuerdo con una escala que va de 0 a 4, en función del porcentaje de tejido vegetal que presenta síntomas característicos de la enfermedad, siendo:

- 0 La planta sana.
- 1 La planta afectada desde un 1% a un 33%.
- 2 Aquella que muestra síntomas entre el 34% y el 66% de su volumen aéreo.
- 3 Cuando presenta síntomas en el 67% y el 99%.
- 4 Cuando la planta está completamente muerta.

Estos valores corresponden a la severidad y el número de plantas que muestra síntomas respecto al total de un mismo genotipo se denomina incidencia. La confirmación de que los síntomas observados

se debían a la infección por el hongo se realizó mediante la toma de muestras y aislamiento en laboratorio, además, en el caso de los ensayos de campo, se ha llevado a cabo una identificación del patotipo responsable de los síntomas mediante PCR.

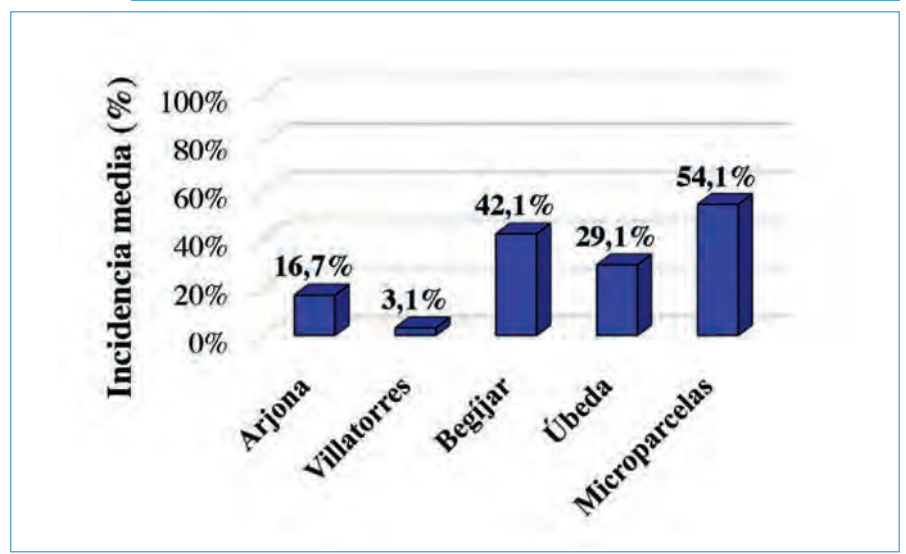
Resultados

La incidencia media de la enfermedad en cada uno de los ensayos (figura 1) ha sido muy variable. El ensayo en microparcelas,

donde se añadió inóculo producido de forma artificial, es el que ha sufrido una mayor incidencia de la enfermedad (54,1%), lo cual puede ser debido tanto a la presencia de una mayor cantidad de inóculo en el suelo, a la elevada virulencia del aislado seleccionado y a una distribución más homogénea del hongo en el suelo.

Por otra parte, en los ensayos de campo se ha observado una gran variabilidad en el número de plantas que han mostrado síntomas, siendo el campo de

FIG. 1 Incidencia media observada en cada uno de los ensayos.



Begíjar el más afectado por la enfermedad, con una incidencia media del 42,1%, mientras que en el campo de Villatorres tan sólo han mostrado síntomas el 3,1% de las plantas. Casos intermedios se han dado los campos de Úbeda y Arjona, con una incidencia media del 29,1% y 16,7%, respectivamente. Esta diferencia en la aparición de los síntomas podría deberse a una menor presencia de inóculo en el suelo y a la distribución irregular que se produce en condiciones naturales de cultivo.

En cada uno de los campos se ha realizado análisis de los aislados obtenidos de las plantas sintomáticas y se ha corroborado la presencia predominantemente del patotipo D infectando los olivares de la provincia de Jaén. Sin embargo, cabe destacar que el campo de Begíjar es el único en el que se ha detectado la presencia de

ambos patotipos con una proporción del 67,6% de plantas infectadas por el patotipo D, frente al 32,4% del patotipo ND.

Las **figuras 2 y 3** representan los valores de incidencia media para cada uno de los genotipos evaluados, en las diferentes condiciones de ensayo, respecto a las variedades control Frantoio (línea verde) y Picual (línea roja). En ambos ensayos, plantas de la variedad Frantoio, utilizadas como control de resistencia, han resultado infectadas por el hongo con una incidencia inferior o igual al 10%, mientras que la variedad control de susceptibilidad ha alcanzado el 80% de incidencia en el ensayo de microparcels y el 50% en los campos.

Los genotipos evaluados habían sido seleccionados por su potencial resistencia a la enfermedad tras ensayos previos en

condiciones controladas, sin embargo, en las **figuras 2 y 3** se observa una gran variabilidad en cuanto a la incidencia de la enfermedad en cada uno de ellos. En el ensayo en microparcels (**figura 3**), cabe destacar que los genotipos F1, Pd2, CD3 y KE2 han resultado más infectados que la variedad control susceptible, Picual, lo cual no ha ocurrido en los campos, donde ninguno de los genotipos evaluados ha mostrado una incidencia superior al control susceptible.

Comparando los resultados obtenidos en ambas condiciones, se observa que el genotipo FA3, no ha resultado infectado en el ensayo de microparcels, pero sí en los campos, concretamente, en los ensayos de Úbeda, Arjona y Villatorres. Mientras que los genotipos Aq1, FA1 y FD1 han mostrado índices de incidencia inferiores

PREVENTIVO:

Previene la germinación de las esporas y posterior infección

CURATIVO:

Cuando se debe controlar un micelio ya formado.

EL COBRE PARA EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LAS ENFERMEDADES DEL OLIVAR



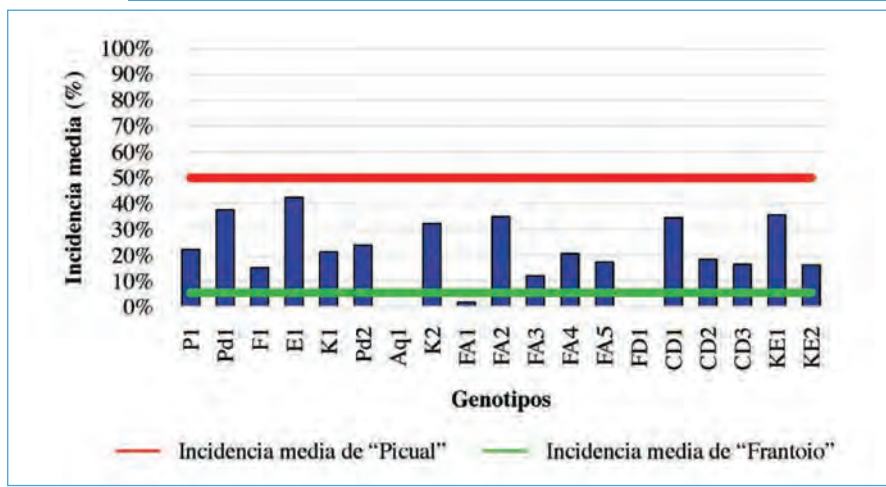
CUALIDADES DE NUESTROS FORMULADOS PARA OLIVAR

- MAYOR FINURA Y ADHERENCIA
- MAYOR HOMOGENEIDAD EN SUS MEZCLAS
- RÁPIDA MOJABILIDAD Y DISPERSIÓN

Productos AJF, S.L.
Ctra Morón - Sevilla, Km 41,8
41530 MORÓN DE LA FRONTERA (Sevilla)
Tlf: 95 5853211 · Fax: 95 5853213
www.productosajf.es



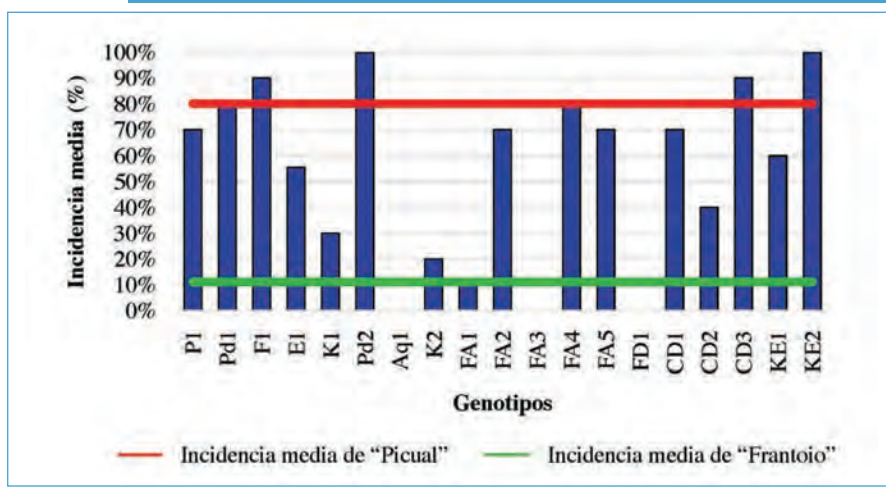
FIG. 2 Incidencia media de los diferentes genotipos evaluados en los campos de ensayo.



Campo de ensayo comparativo en condiciones naturales de cultivo en parcelas de Begijar (Jaén).

y calidad de los aceites. El análisis conjunto de toda la información permitirá seleccionar finalmente aquellos genotipos potencialmente más interesantes para su uso en diferentes condiciones de cultivo.

FIG. 3 Incidencia media de cada uno de los genotipos evaluados en el ensayo en microparcelas.



Conclusiones

La evaluación de genotipos para resistencia a VO es compleja debido a varios factores, como la falta de homogeneidad en la distribución del patógeno en el suelo, la diversidad en cuanto al grado de virulencia de los aislados, la falta de consistencia en los resultados obtenidos con los diferentes métodos de inoculación y la influencia de las condiciones ambientales.

Por todo ello, los programas de mejora orientados a la selección de material resistente para la VO deben incluir una fase de evaluación en campo donde los genotipos sean sometidos a unas condiciones naturales de cultivo.

Con los ensayos comparativos se ha comprobado que no todos los genotipos seleccionados como resistentes tras la evaluación en condiciones estandarizadas, se comportan como tal en condiciones de campo.

Además, la incidencia media de enfermedad en los diferentes campos es muy variable, por lo que determinados genotipos podrían presentar distinto nivel de resistencia en los diferentes ensayos.

al Frantoio en todos los ensayos realizados, por lo que serán los genotipos más recomendables para su plantación en campos donde esté presente el hongo causante de la VO.

De estos resultados también cabe destacar que el comportamiento de los genotipos obtenidos en el programa de mejora es muy variable respecto al de los parentales. Así, por ejemplo, el genotipo F1 procedente de la polinización libre de Frantoio ha resultado mucho más susceptible que su parental, mientras que, por el contrario,

el genotipo P1 procedente de polinización libre de "Picual" muestra menor susceptibilidad que éste. Por tanto, es importante resaltar que el comportamiento de los nuevos genotipos procedentes de mejora no depende exclusivamente de la respuesta de resistencia o susceptibilidad de sus parentales.

En la actualidad se está completando la caracterización agronómica de estas selecciones para otros caracteres de interés como productividad, vigor, caracteres del fruto, rendimiento graso y composición

Síntomas en la variedad susceptible
Picual frente al genotipo resistente FA1
(plantas asintomáticas).



La identificación del patógeno aislado de plantas sintomáticas en los diferentes ensayos de campo ha confirmado la prevalencia del patotipo más virulento (D) causando infecciones en árboles de olivo en la provincia de Jaén.

Tras varias etapas de evaluación en diferentes condiciones, el programa de mejora para resistencia a verticilosis de IFAPA cuenta con un grupo genotipos seleccionados con un nivel de resistencia superior a Frantoio, obteniéndose este resultado de forma consistente en los distintos ensayos. Estos genotipos serán objeto de una última fase de evaluación en ensayos de campo a gran escala, con amplio número de repeticiones, donde confirmar su nivel de resistencia y características agronómicas previo a su registro y difusión al sector.

Los agricultores y empresas interesados en colaborar en esta fase final pueden contactar en la dirección de correo electrónico: lorenzo.leon@juntadeandalucia.es ■

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está siendo financiado con los proyectos AVA.201601.2 y AVA2019.027 del IFAPA, parcialmente financiados con fondos FEDER. Igualmente, agradecer la colaboración a los agricultores que han permitido desarrollar los ensayos en condiciones reales de cultivo, Alicia Serrano agradece los fondos recibidos del Programa FPI-INIA.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias-Calderón, R., Rodríguez-Jurado, D., Bejarano-Alcázar, J., Belaj, A., De la Rosa, R. y León, L. 2015. Evaluation of Verticillium wilt resistance in selections from olive breeding crosses. *Euphytica* 206(3): 619-629.
- Jiménez-Díaz, R.M., Olivares-García, C., Landa, B., Jiménez-Gasco, M.M. y Navas-Cortés, J.A. 2011. Region-wide analysis of genetic diversity in Verticillium dahliae populations infecting olive in southern Spain and agricultural factors influencing the distribution and prevalence of vegetative compatibility groups and pathotypes. *Phytopathology* 101.3, 304-315.
- López-Escudero, F.J., Mercado-Blanco, J., 2011. Verticillium wilt of olive: a case study to implement an integrated management strategy to control a soil-borne pathogen. *Plant Soil* 344:1-50.
- Martos-Moreno, C., López Escudero, F.J., Blanco López, M. A. 2006. Resistance of olive cultivars to the defoliating isolate of Verticillium dahliae. *Hortscience* 41: 1313-1316.
- Ruggieri, G. 1946. Una nuova malattia dell'olivo. *L'Italia Agric.* 83:369372.
- Trapero, C., Muñoz-Díez, C., Rallo, L., Barranco, D., López-Escudero, F.J. 2013. Effective inoculation methods to screen for resistance to Verticillium wilt in olive. *Scientia Horticulturae*: 162: 252-259.



expoliva
XIX Feria Internacional del Aceite de Oliva e Industrias Afines
XIX International Fair of the Olive Oil and Allied Industries

Participando por
agroisa **cbh** **GEA** engineering for a better world

Jaén, 15-18, mayo **2019**
Jaén, (Spain), may, 15-18

Recinto Provincial de Ferias y Congresos de Jaén

www.expoliva.info



Autos Auringis 2019

Jeep
Autos Auringis

TurboCADIZ 2014

CIFARELLI **turboCADIZ**



RECINTO PROVINCIAL DE FERIAS Y CONGRESOS DE JAÉN. FERIAS JAÉN S.A.
Prol. Ctra. Granada s/n, 23003. Jaen | Telf: (+34) 953 086 980 | general@ifeja.org | www.ifeja.org/expoliva