

1999. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 267-270

## EVALUACIÓN DE PATRONES DE AGUACATE POR SU TOLERANCIA A LA PODREDUMBRE BLANCA

C. J. López-Herrera<sup>1</sup>; R. M. Pérez-Jiménez<sup>2</sup>; A. Barceló-Muñoz<sup>2</sup>; T. Zea-Bonilla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estación Experimental La Mayora. C.S.I.C. 29750, Algarrobo-Costa. Málaga. Correo electrónico: clherrera@eelm.csic.es

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Formación Agraria. 29140, Churriana, Málaga. ESPAÑA

### RESUMEN

La podredumbre blanca de raíz de aguacate causada por *Rosellinia necatrix* es una enfermedad muy extendida en las plantaciones aguacateras del litoral andaluz (sur de España). El objetivo de este trabajo ha sido la búsqueda de patrones de aguacate tolerantes a este patógeno. Para la selección se está trabajando con material clonal (selecciones tolerantes a *Phytophthora cinnamomi* y otras de alta producción) y plantas de semilla de origen diverso (España, Sudáfrica, Australia, México, Honduras, Costa Rica, Guatemala y Ecuador). La evaluación de tolerancia se realiza mediante inoculación artificial con un aislado virulento de *R. necatrix*. Hasta el momento se han inoculado 4.753 plantas correspondientes a 99 variedades distintas entre plantas madres de semilla y material clonal. Los patrones clonales inoculados, seis patrones tolerantes a *P. cinnamomi* y tres patrones con alta producción, no presentaron resistencia a este patógeno, aunque alguno de ellos destacó por presentar retraso en el desarrollo de la enfermedad. Del material de semilla que se ha estudiado hasta el momento se han seleccionado como tolerantes a la infección siete genotipos procedentes de España, dos de Australia y cuatro de México, ya que no expresaron síntomas de marchitez y muerte cuando se inocularon artificialmente con *R. necatrix*. Actualmente se está propagando clonalmente este material para realizar posteriores inoculaciones que confirmen el grado de tolerancia de estos genotipos a *R. necatrix*.

**PALABRAS CLAVE:** *Persea americana*, *Rosellinia necatrix*, patrones tolerantes

### SUMMARY

The avocado white root rot caused by *Rosellinia necatrix* is a very extended disease in the avocado orchards of the Andalusian coast (southern Spain). The objective of this work has been the search of tolerant avocado rootstocks to this pathogen. For the selection is being used clonal rootstocks (selections tolerant to *Phytophthora cinnamomi* and others with high production) and seedlings with different origin (Spain, South Africa Australia, Mexico, Honduras, Costa Rica, Guatemala and Ecuador). Tolerance evaluations were carried out through artificial inoculations with a virulent isolate of *R. necatrix*. At the moment a total of 4.753 plants from 99 different mother plants as well as clonal rootstocks has been inoculated. The clonal rootstocks, six tolerant to *P. cinnamomi* and three with high production, did not present resistance to this pathogen; e.g.: only delay in disease development in some

of them. In relation to the seedlings studied up to now, seven genotypes coming from Spain, two from Australia and four from Mexico have been selected for their tolerance to the pathogen infection, because they did not develop wilting symptoms and death when they were artificially inoculated with *R. necatrix*. At the moment, clonal propagation of this material is being carried out, later further inoculations will be undertaken to confirm the degree of tolerance of these genotypes to *R. necatrix*.

**KEY WORDS:** *Persea americana*, *Rosellinia necatrix*, tolerant rootstocks.

## INTRODUCCIÓN

La podredumbre blanca de raíz de aguacate causada por *Rosellinia necatrix* Prill. (anamorfo *Dematophora necatrix* Hartig) es una enfermedad muy destructiva en muchos cultivos subtropicales, especialmente en aguacate (*Persea americana* Mill.) y mango (*Mangífera indica* L.) que son huéspedes muy susceptibles (Khan, 1959; Sivanesan y Holliday, 1972; Szejnberg y Madar, 1980; Zentmyer, 1984). Esta enfermedad se detectó por primera vez en el cultivo del aguacate en España en 1987 (López Herrera, 1989) situándose actualmente la incidencia de *R. necatrix* en fincas con árboles sintomáticos en torno al 40% (López Herrera *et al.*, 1998b). Esta alta incidencia puede deberse al hecho de que las plantaciones aguacateras de la zona se han realizado muy frecuentemente en zonas donde anteriormente se cultivó olivo (*Olea europaea* L.), vid (*Vitis vinífera* L.) o almendro (*Prunus amygdalis* Batsch.), huéspedes susceptibles de *R. necatrix* (López Herrera *et al.*, 1998a).

Los métodos actuales de control de la podredumbre blanca en plantaciones establecidas de aguacate se basan en la reducción del riego, eliminación de malas hierbas, descalce de la base de los troncos; así como en la aplicación de fungicidas sistémicos (López Herrera y Pérez Jiménez, 1993; López Herrera *et al.*, 1996) y de la solarización al suelo (López Herrera *et al.*, 1998a). No obstante, el control de esta enfermedad se ha de plantear dentro de un marco de control integrado que debe de incluir la utilización de patrones tolerantes o resistentes para la reposición de árboles enfermos de fincas infestadas y para la realización de nuevas plantaciones. Con este objetivo se ha iniciado este trabajo de búsqueda de patrones de aguacate que manifiesten tolerancia a la podredumbre blanca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La selección se viene realizando desde 1995 bajo umbráculo con dos tipos de material de aguacate: A) plantas clonales, obtenidas por la técnica de Frölich y Platt (1972), procedentes de genotipos seleccionados en California y las Islas Canarias por su alta tolerancia a *P. cinnamomi* y otros seleccionados en España, en la E. E. La Mayora (CSIC, Málaga), por su gran productividad y B) plantas obtenidas por germinación de semillas procedentes de la E. E. La Mayora, Islas Canarias, Sudáfrica, Australia, y de bancos de germoplasma situados en México con selección de plantas de México, Honduras, Costa Rica, Guatemala y Ecuador.

Ambos tipos de plantas crecieron en bolsas de plástico con un sustrato de arena:turba:tierra (1:2:1) previamente esterilizado con bromuro de metilo. Las plantas clonales se inocularon a los tres años, tiempo necesario para un adecuado desarrollo del sistema radicular, mientras que las plantas procedentes de semillas se inocularon con seis meses de edad. El inóculo consistió en semillas de trigo esterilizadas y posteriormente colonizadas con un aislado altamente virulento de *R. necatrix* (Rn-

400) (Sztejnberg *et al.*, 1987), que se seleccionó entre distintos aislados del patógeno obtenidos de fincas aguacateras de la zona.

En las primeras inoculaciones la dosis de inóculo fue de 25 g de trigo por kg de sustrato, posteriormente ésta se redujo a 2,5 g·kg<sup>-1</sup>, pues se observó que las plantas morían muy rápidamente. Al reducir la dosis de inóculo, la expresión de síntomas se ralentizó, por lo que a partir del año 1998 se decidió fijar un periodo de seis meses para realizar una primera selección del material superviviente. Las evaluaciones de tolerancia se realizaron mediante lecturas de síntomas aéreos, y los resultados se expresaron inicialmente considerando la fecha de muerte del 100% del material inoculado y, al reducir la dosis de inóculo, como porcentaje de plantas muertas a una fecha dada. El material seleccionado se transplantó a bolsas de mayor tamaño para favorecer su desarrollo y se determinó la viabilidad del hongo en suelo y raíces. De esta forma se consideró material tolerante a *R. necatrix* aquellas plantas de la primera selección que sobrevivieron tras vegetar 10 meses en el umbráculo. La micropropagación de este material se está realizando siguiendo la metodología de Barceló y Pliego (1997), de forma que se puedan realizar estudios posteriores que determinen el grado de tolerancia de los genotipos seleccionados.

## RESULTADOS

Hasta la fecha se han inoculado 4.684 plantas correspondientes a 90 variedades distintas procedentes de plantas madres de semilla y 69 plantas clonales correspondientes a seis patrones tolerantes a *P. cinnamomi* (cinco procedentes de California y uno de las Islas Canarias) y a tres patrones obtenidos a partir de tres árboles 'Topa Topa' de semilla con alta producción de la E. E. La Mayora (Cuadro 1). Los patrones clonales tolerantes a *P. cinnamomi* procedentes de California ('Duke7', 'Toro Canyon', 'G6', 'G755' y 'Thomas') y de las Islas Canarias, resultaron susceptibles a la infección por *R. necatrix*. Sin embargo, entre el material de California destacó el clon G6 por desarrollar más lentamente los síntomas de la enfermedad, aunque todas las plantas murieron entre los 2 y 5 meses desde la inoculación. Entre los patrones clonales de La Mayora seleccionados por su alta producción (clon VI-8, XV-1º y XV-2º) destacó el clon XV-2º por presentar un mayor retraso en la fecha de muerte del 100% de las plantas respecto a la del resto del material inoculado.

Las plantas procedentes de semilla de las variedades de La Mayora inoculadas en 1995 manifestaron una alta susceptibilidad a *R. necatrix*. Éstas presentaron diferencias en el tiempo de muerte, dependiendo básicamente de que la inoculación se realizara en primavera (100% de muerte entre 3 y 6 semanas) o en invierno (100% de muerte entre 5 y 13 semanas). Sin embargo, las plantas inoculadas en 1996, en primavera y con una dosis de inóculo 10 veces menor, resultaron igualmente susceptibles al patógeno (100% de muerte entre 5 y 11 semanas).

Entre el material de semilla procedente de las Islas Canarias, Sudáfrica y bancos de germoplasma de México inoculado en los años 1995 y 1997, también se encontró una alta susceptibilidad a *R. necatrix* y, aunque destacaron ciertas variedades por presentar retraso en la muerte con respecto al resto de material con el que se comparó, no se pudo realizar ninguna selección.

Del material de semilla estudiado a partir de 1998 y hasta el momento se han seleccionado siete genotipos procedentes de La Mayora, dos de Australia y cuatro de México por presentar tolerancia a la infección. Estas plantas no expresaron síntomas de marchitez y muerte durante los seis meses siguientes a la inoculación

artificial con *R. necatrix* y sobrevivieron los 10 meses siguientes a la primera selección (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Material de aguacate inoculado con *Rosellinia necatrix* durante los años 1995-1999 para la selección de patrones de aguacate tolerantes a la podredumbre blanca.

Tipo de material y procedencia	Año de inoculación	Interés agronómico	Nº de variedades	Nº de plantas inoculadas	Dosis inóculo (g trigo / kg sustrato)	Porcentaje plantas muertas
<b>Clonal</b>						
La Mayora	1994	Alta producción	3	9	25	100
Canarias	1995	Tolerante a <i>P. cinnamomi</i>	1	10	25	100
California	1996	“	5	50	2,5	100
<b>Semilla</b>						
Canarias	1995	Adaptados a la zona	6	50		100
La Mayora	1995	“	27	227	25	100
La Mayora	1996	“	20	1015	2,5	100
México	1997	Banco germoplasma	4	225	2,5	100
Sudáfrica	1997	Tolerante a <i>P. cinnamomi</i>	3	76	2,5	100
La Mayora	1998	Adaptados a la zona	29	1146	2,5	98.5
México	1998	Banco Germoplasm a	9	560	2,5	99.3
Australia	1998	Tolerante a <i>P. cinnamomi</i>	10	291	2,5	98.3
La Mayora	1999	Adaptados a la zona	39	1029	2,5	Inoculación en curso
México	1999	Banco germoplasma	3	65	2,5	Inoculación en curso

## DISCUSIÓN

En general, el material de semilla o de selecciones clonales que se ha probado hasta el momento ha resultado altamente susceptible a la podredumbre blanca causada por *R. necatrix*, con un nivel similar al obtenido anteriormente en plantas de semilla cv. Topa Topa, muy utilizado en las plantaciones aguacateras de la zona. Sin embargo, la supervivencia detectada en parte del material inoculado en 1998 permite ser optimistas en cuanto a la posibilidad de obtener plantas tolerantes a la

podredumbre blanca que puedan ser utilizadas en las plantaciones de Andalucía. Esto indica que la búsqueda de material tolerante a este patógeno debe de continuar en esta línea, realizando pruebas con un gran número de plantas de distinta procedencia, ya que, debido a la gran variabilidad genética existente en el material de aguacate procedente de semilla, las plantas expresan distintas respuestas ante la infección. Por otro lado, el estudio de tolerancia a *R. necatrix* se seguirá realizando con material tolerante a *P. cinnamomi* con el objetivo de obtener en el futuro una fuente de doble resistencia, debido a que ambos patógenos son de gran importancia en las plantaciones de Andalucía.

**Cuadro 2.** Material de aguacate seleccionado de las inoculaciones realizadas en 1998 por expresar tolerancia a la infección por *Rosellinia necatrix*.

Procedencia y variedad	Nº de plantas inoculadas	Nº de plantas seleccionadas	Porcentaje de supervivencia
<b>La Mayora</b>			
La Piscina	99	3	3
Nerja 13	23	2	8.7
Scott	41	1	2.4
C. A. Malo	31	1	3.2
Reed Armstrong	61	1	1.6
C. A. Bueno	56	7	12.5
Cónsula 9	25	2	8
<b>Australia</b>			
Smith 2 121	29	3	10.3
Atkinson 16	29	2	6.7
<b>México</b>			
Mex. 28B	38	1	2.6
Mex. 80	109	1	0.9
Mex. 92	30	1	3.3
Mex. 147	54	1	1.8

El grado de resistencia de una planta a *R. necatrix* se ha correlacionado con niveles altos de componentes fenólicos o taninos en raíces, sugiriéndose que estos componentes o sus formas oxidadas podrían ser responsables de la inhibición del patógeno y de la resistencia a la podredumbre blanca manifestada por determinadas plantas, tal como se ha observado en caqui (*Dyopiros virginiana* L.), pacano (*Carya illionensis* (Wang) K. Koch) y árbol de la pasión (*Passiflora edulis* Sims) (Sztejnberg *et al.*, 1983; Sztejnberg *et al.*, 1989). La base de la resistencia de los genotipos de aguacate seleccionados como tolerantes a *R. necatrix* podría estar relacionada con los componentes fenólicos existentes en las raíces, cuestión que será abordada en un futuro de nuestra investigación.

Finalmente se ha de considerar que el control de la podredumbre blanca del aguacate mediante la utilización de cultivares tolerantes a *R. necatrix*, debe de ir ligado a otros métodos de lucha: físicos (solarización), biológicos (incorporación de

antagonistas) y químicos (fungicidas sistémicos) que, junto con prácticas de cultivo adecuadas, permitan obtener un control integrado de la enfermedad.

#### LITERATURA CITADA

- BARCELÓ M., A.; PLIEGO A., F. 1997. Método para la micropropagación de aguacate (*Persea americana* Mill.) adulto. Oficina Española de Patentes y Marcas, nº P9700700.
- FROLICH, E.F.; PLATT, R.G. 1972. Use of etiolation technique in rooting avocado cuttings. California Avocado Society Yearbook, 55:98-109.
- KHAN, A.H. 1955. Biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix* (Hart.) Bel. Biologia 5: 199-425.
- LÓPEZ H., C.J. 1989. Podredumbres radiculares del aguacate en la Costa del Sol. Años 1987-1988, pp 172-176. In: Estudios de Fitopatología. J. Del moral, (ed.) S.E.F. / D.G.I.E.A. Badajoz, Spain.
- LÓPEZ H., C.J.; PÉREZ J., R.M. 1993. Chemical control of *Dematophora necatrix* with phosphorous acid. Página En: 6<sup>th</sup> Congr. Plant Pathol. p. 49.
- LÓPEZ H., C.J.; PÉREZ J., R.M.; ZEA B., T. 1996. Control químico de *Dematophora necatrix* con fungicidas sistémicos. VIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Fitopatología. p. 196
- LÓPEZ H., C.J.; PÉREZ J., R.M.; ZEA B., T.; BASALLOTE U., M.J.; MELERO V., J.M. 1998a. Soil solarization in established avocado trees for control of *Dematophora necatrix*. Plant Disease 82: 1088-1092.
- LÓPEZ H., C.J.; PÉREZ J., R.M.; MELERO V., J.M.; BASALLOTE U., M.J.; ZEA B., T. 1998b. Doce años de estudio de las podredumbres radiculares del aguacate (*Persea americana*) en la costa sur de España. Programas y Resúmenes del IX Congreso de la S:E.F. : 130. Salamanca 19-23 Octubre 1998. España.
- SIVANESAN, A.; HOLLIDAY, P. 1972. *Rosellinia necatrix*. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. Nº 352. Commonw. Mycol. Ins. Assoc. Appl. Biol. Kew Surrey, England.
- SZTEJNBERG, A.; MADAR, Z. 1980. Host range of *Dematophora necatrix* the cause of white root rot disease in fruit trees. Plant Dis. 64: 662-664.
- SZTEJNBERG, A.; AZAIZIA, H.; CHET, I. 1983. The possible role of phenolic compounds in resistance of horticultural crops to *Dematophora necatrix* Hartig. Phytopath. Z. 107: 318-326.
- SZTEJNBERG, A.; FREEMAN, S.; CHET, I.; KATAN, J. 1987. Control of *Rosellinia necatrix* in soil and apple orchard by solarization and *Trichoderma harziarum*. Plant Disease 71(4):365-369.
- SZTEJNBERG, A.; AZAIZIA, H.; LISKER, N. 1989. Effect of tannins and phenolic extracts from plant roots on the production of cellulase and polygalacturonase by *Dematophora necatrix*. Phytoparasitica 17: 49-53.
- ZENTMYER, G.A. 1984. Avocado diseases. Trop. Pest Manage. 30: 388-400.