

EVALUACIÓN EN CAMPO DE PATRONES CLONALES DE AGUACATE DE RAZA MEXICANA Y ANTILLANA TOLERANTE-RESISTENTES A *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* RANDS

Gallo Llobet, L.¹; Siverio de la Rosa, F.³; Rodríguez Pérez, A.^{1,2}; Domínguez Correa, P.¹; Pérez Zárate, S. y Díaz Hernández, S.¹

¹ **Dpto. de Protección Vegetal del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (I.C.I.A.), Apdo. 60, C.P.: 38202 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias. Correo electrónico: lgallo@icia.es**

² **Dpto. De Microbiología y Biología Celular. Facultad de Farmacia. Universidad de la Laguna. C.P.: 38207 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.**

³ **Sección de Laboratorio de Sanidad Vegetal. Dirección General de Desarrollo Agrícola. Apdo. 60, C.P.: 38202 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.**

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto evaluar una selección de patrones clonales frente a *Phytophthora cinnamomi* Rands, agente causal de la podredumbre de raíz del aguacate. Se eligieron once patrones entre los que habían presentado un mejor comportamiento en ensayos de selección previos: diez de raza Antillana y un híbrido (Guatemalteco x Antillano), todos ellos procedentes de material local aclimatado en las Islas Canarias (España) y el cv Maoz de Israel. Dichos patrones fueron a su vez comparados con los patrones comerciales de raza Mexicana reconocidos por su tolerancia a *P. cinnamomi* Duke 7 y Thomas. Todo el material vegetal se propagó vegetativamente mediante la técnica de Frölich y Platt modificada.

El ensayo se estableció en 1999 en el I.C.I.A. (Tenerife, Islas Canarias), en una parcela altamente infestada desde hace 30 años, con un diseño experimental de bloques al azar y 12 repeticiones. Los patrones evaluados se ordenan de más sano a más enfermo según el Índice de Intensidad de la Enfermedad (IIE) después de 4 años, lo que implica una mayor o menor tolerancia a la podredumbre de raíz: SS3-1; Maoz H-5 6B; Gema; BH-2; La Planta 2-4; La Planta 2-8; H-15A (9,2); H-15A(6,13); H-15G(4,28); H-15A(2,1); Duke 7; Thomas; La Planta 1A.

Palabras Clave: Aguacate, Antillano, patrones, podredumbre radicular, *Phytophthora cinnamomi*, tolerancia-resistencia, evaluación, condiciones de campo.

INTRODUCCIÓN

La destrucción del cultivo del aguacate en Canarias debido a plantones infectados con *Phytophthora cinnamomi* de diversos orígenes introducidos en las Islas incontroladamente nos hizo plantearnos la necesidad de encontrar un patrón tolerante-resistente a la enfermedad de raza antillana, tradicionalmente utilizada como portainjertos y bien adaptada a nuestras condiciones.

Las principales características deseables en los patrones de aguacate son: resistencia a *P. cinnamomi*; tolerancia a la salinidad; adaptabilidad a suelos calcareos; árboles pequeños y altas producciones (Whyley, 1992). Desde los primeros trabajos realizados en Canarias se pudo observar mediante pruebas comparativas de patogeneicidad, que el porcentaje de resistencia en la raza Antillana y sus híbridos es mayor que el encontrado en las razas Mexicana y Guatemalteca (Gallo, 1990). La raza Antillana muestra una mayor tolerancia a la salinidad (Oppenheimer, 1947) y a la clorosis inducida por suelos alcalinos, que la hacen especialmente valiosa en zonas de cultivo con estos problemas. Estas características han contribuido a potenciar el alto interés de la raza Antillana y su importancia en los programas de selección de patrones tolerante-resistentes a nivel mundial.

La selección de material vegetal antillano tolerante-resistente se llevó a cabo a partir de plántulas procedentes de semillas recolectadas de ecotipos locales presentes en las Islas Canarias, utilizando técnicas de resistencia en tanque con solución nutritiva e inóculo, en terrinas con tierra infestada y directamente en campo infestado. De las cabezas de clon se seleccionaron aquellas que mostraron un mayor vigor, atendiendo a un mejor desarrollo y ausencia de síntomas de la enfermedad, para ser propagadas clonalmente y reevaluadas nuevamente en campo infestado.

Duke 7, de raza Mexicana, se considera como resistente al frío y con moderada resistencia en campo a *P. cinnamomi* si no está injertado (Coffey y Guillemet, 1987), en los primeros ensayos realizados el 45% de los frutos de Duke 7 estudiados mostraron un crecimiento vigoroso en invernadero con tierra infestada de forma natural (Zentmyer, 1978). Thomas, de raza Mexicana, proviene de un árbol superviviente en un área infestada con *P. cinnamomi* en Escondido (California) recolectado por Fred Guillemet y Frank Koch en 1979. Maoz, de raza Antillana, fue seleccionado en Israel por su tolerancia a sales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en 1999 en una finca experimental del ICIA (Valle de Guerra, Tenerife, Islas Canarias) altamente infestada con *P. cinnamomi* desde hace más de 30 años. La presencia del hongo se confirmó mediante aislamiento en distintos medios de cultivo de raicillas y tejido de frutos trampa de aguacate. La parcela de ensayo está situada en un suelo arcilloso-limoso con un marco de plantación de 4x4 m y riego por goteo; se realizan labores de control de malas hierbas mediante escarda.

El origen y las características de los patrones en ensayo se recogen en la Tabla 1. Todo el material vegetal se propagó vegetativamente mediante la técnica de Frölich y Platt (1972) modificada (Fernández y Galán, 1986).

Se realizó un diseño de bloques al azar con 12 repeticiones por patrón. La tolerancia-resistencia al patógeno de los patrones estudiados en condiciones de campo se evaluó anualmente indicando el porcentaje de plantas que habían sobrevivido; su comportamiento fue medido mediante un índice

de intensidad de la enfermedad (IIE) en una escala visual en la que 0=sano y 5=completamente defoliado y muerto (Gabor y col., 1990). También se realizaron mediciones del diámetro del tronco a 10 cm del suelo y del perímetro de la copa, así como de la longitud del tallo. Con la suma de estos parámetros se creó una variable de desarrollo vegetativo, la cual se estandarizó con la media y la desviación estandar de la población, y se analizó mediante análisis de varianza utilizando el paquete estadístico Systat 10. La separación de medias se realizó mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el IIE de los patrones evaluados después de 4 años de ensayo, ordenándose de más sano a más enfermo, lo que implica una mayor o menor tolerancia a la podredumbre de raíz: SS3-1; Maoz H-5 6B; Gema; BH-2; La Planta 2-4; La Planta 2-8; H-15A (9,2); H-15A(6,13); H-15G(4,28); H-15A(2,1); Duke 7; Thomas; La Planta 1A. Los patrones antillanos también mostraron un mejor desarrollo vegetativo que los mexicanos, con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la mayoría de los casos (Fig. 2).

Thomas se eligió como patrón de comparación por considerarse en California el de mejor comportamiento en condiciones de campo al ser evaluado frente a 11 patrones tolerantes (Mengue y col., 1992), asimismo se ha utilizado Duke 7 por poseer una moderada tolerancia frente al patógeno y ser una referencia conocida mundialmente.

La búsqueda de patrones resistentes a *P. cinnamomi* empezó en 1952 en la Universidad de California (Riverside), donde se trabajó en la recolección de germoplasma en regiones nativas del género *Persea* y en zonas donde la enfermedad había estado presente durante muchos años. Como resultado de este proceso se seleccionaron entre otros los patrones: Duke 6, Duke 7, G6, G755A, G755B, G755C, G1033, G1038, G1077, Thomas, Toro Canyon, D9, Barr Duke, considerados como tolerante-resistentes a la enfermedad y con buenas características agronómicas (Coffey, 1987; Botha y Kotzé, 1989). Estos trabajos de búsqueda de resistencia a *P. cinnamomi* en California se realizaron principalmente con *P. americana* de las razas Mexicana y Guatemalteca. En Sudáfrica también se están llevando a cabo programas de selección de patrones tolerantes en las razas Mexicana y Guatemalteca desde 1992 (Bijzet y col., 1993; Breedt y col., 1995).

En Israel, poco después de la identificación del patógeno en 1982, se inició la selección de patrones tolerante-resistentes a *P. cinnamomi*, perteneciendo la mayoría de los seleccionados a la raza Antillana (Zilberstaine y col., 1992; Ben-Ya'acov y Michelson, 1995). El porcentaje de resistencia observado en esta raza es mucho mayor que el encontrado en las razas Mexicana y Guatemalteca (Ben-Ya'acov y Michelson, 1995). Respecto a la producción, Ben-Ya'acov y col. (1993) demostraron que después de 6 años de producción acumulada en el cv Ettinger, el patrón Schiller N°10 de raza Antillana produjo un 14% más por árbol que el patrón N°1 de raza Mexicana.

Ploetz y col. (2002) estudian la respuesta de la polinización abierta en la progenie de semillas de aguacate procedente del "National Germ plasm repository in Miami" frente a la podredumbre de raíz y observa que las familias de material vegetal más susceptibles presentan podredumbre de raíz en un 97%. En las más tolerantes es menor al 60%. Este trabajo afirma que existe una relación muy estrecha entre el grupo racial y la resistencia de las semillas, concluyendo que las semillas de la raza Antillana y sus híbridos con la raza Guatemalteca son significativamente más resistentes.

Los resultados de la evaluación y comparación después de 4 años de los patrones clonales seleccionados en Canarias de raza Antillana y Antillana x Guatemalteca frente a los patrones de raza Mexicana considerados como tolerante-resistentes a *P. cinnamomi* Thomas y Duke 7 concuerda con lo establecido para la raza Antillana en los trabajos anteriormente señalados

CONCLUSIONES

Se confirma nuevamente un mayor grado de tolerancia-resistencia en los clones antillanos seleccionados en Canarias frente al material mexicano seleccionado en California y utilizado como comparación en nuestras condiciones.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación ha sido financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Proyectos INIA Sc 96-085; INIA RTA 01-098, y por la Unión Europea (STD3), Life Sciences and Technologies for Developing Countries, Proyecto TS3*CT94-0308.

BIBLIOGRAFÍA

- BEN-YA'ACOV A, MICHELSON E 1995. Avocado Rootstocks. Horticultural Reviews. 17:381-429.
- BEN-YA'ACOV A, MICHELSON E, SELA I Y QEVUZAT SCHILLER ORCHARDS WORKERS 1993. Field study of avocado seeded rootstocks and scions source: final report of experiments planted as commercial orchards. 3. A comparison of Mexican and West Indian rootstocks for "Ettinger" variety, planted in 1875 at Qevutzat Schiller. Alon haNorea 47:26-30.
- BIJZET Z, SIPPEL D, KOEKEMOER P 1993. Avocado Breeding: a progress report. South African Growers' Association Yearbook. 16: 86-89.
- BOTHA T, KOTZÉ J 1989. Susceptibility of avocado rootstocks to *Phytophthora cinnamomi*. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 12: 66-67.
- BREEDT H, KOEKEMOER P, BIJZET Z 1995. Progress report: selection of *Phytophthora* tolerant avocado rootstock 1992 to 1994. South Africa Avocado Growers' Association Yearbook. 18:4-6.
- COFFEY MD 1987 *Phytophthora* root rot of avocado an integrated approach to control in California. Plant Disease. 71:1046-1052.
- COFFEY MD, GUILLEMET F 1987 Profiles of UCR clonal rootstocks. California Avocado Society Yearbook. 71:169-171.
- FERNÁNDEZ GALVÁN D, GALÁN SAUCO V 1987. Adaptabilidad de distintos patrones de aguacate (*Persea americana*, Mill) a la propagación clonal en: Actas II Congreso S.E.C.H. Córdoba, España. 1986. pp: 51-58.
- FRÖLICH EF, PLATT RG 1972. Use of the etiolation technique in rooting avocado cuttings. California Avocado Society Yearbook. 55:98-109.
- GABOR RK, GUILLEMET FB, COFFETY MD 1990. Comparison of field resistance to *Phytophthora cinnamomi* in twelve avocado rootstocks. HortScience, 25: 1655-1656.
- GALLO LLOBET L 1990. Search for resistance to *Phytophthora* root rot in West Indian avocado rootstocks in the Canary Islands. Bull. OEPP/EPPO. 20:95-99.
- MENGUE JA, GUILLEMET FB, CAMPBELL S 1992. The performance of rootstocks tolerant to root rot caused by *Phytophthora cinnamomi* under field conditions in southern California. Proceedings of the 2nd World Avocado Congress. Riverside, CA. 1:101-104.

OPPENHEIMER C 1947. The acclimatisation of new tropical and subtropical fruit trees in Palestine. Bull. Agri. Res. Stn. Rehovot, 44.

PLOETZ R, SCHNELL RJ, HAYNES J 2002. Phytoparasitica 30:262-268.

WHILEY AW 1992. Avocado varieties and rootstocks – a review. In: Proceedings of the avocado research workshop. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, pp. 15-20.

ZENTMEYER GA 1978. Origin of root rot resistant rootstocks. California Avocado Society Yearbook 62:87-89.

ZILBERSTAIN M, BEN-YA'ACOV A, SELA I 1992. Selection of avocado rootstocks resistant to root-rot in Israel. Proceedings of the Interamerican Society of Tropical Horticulture. 36:15-19.

Tabla 1: Patrones clonales de aguacate utilizados para ensayos de campo en suelo infestado con *P.cinnamomi*.

Patrón	Raza hortícola	Origen geográfico	Observaciones	Test de selección	Fecha
Thomas	Mexicano	Escondido. California	Colección de campo en zona infestada. Susceptible a <i>P. citricola</i> .		
Duke 7	Mexicano	Riverside. California	Test de selección a la podredumbre de raíz (P.c.). Tolerante a <i>P.citricola</i> .		
Maoz H5-B6	Antillano	Israel	Patrón obtenido de semilla, aclimatado a las Islas Canarias. Tolerante a salinidad y clorosis.	TSN + PI	19/09/88
SS3-1	Antillano	San Sebastián. La Gomera. I.C. España.	Colección de patrones locales.	TNI + PI	17/11/89
BH-2	Antillano	Barranco Hondo. Tenerife. I.C. España.	Huerto con patrones antillanos sin injertar.	TNI + PI	27/07/87
La Planta 2-4	Antillano	Güímar. Tenerife. I.C. España.	Huerto con patrones antillanos sin injertar.	TNI + PI	26/11/88
La Planta 2-8	Antillano	Güímar. Tenerife. I.C. España.	Huerto con patrones antillanos sin injertar.	TSN + PI	10/02/89
La Planta 1-A	Antillano	Güímar. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con P.c.	TSN + PI	17/02/86
H-15 A (9, 2)	Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con P.c.	PI	07/08/92
H-15 A (6, 13)	Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con P.c.	PI	07/08/92
H-15 G (4, 28)	Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con P.c.	PI	07/08/92
H-15 A (2, 1)	Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con P.c.	PI	07/08/92
Gema	Guatemalteco x Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Colección de variedades en parcela infestada.	TNI + PI	09/10/92

TSN= Tanque + solución nutritiva + P.c.; **TNI**= Terrina con suelo natural infestado con P.c.; **PI**= Parcela infestada de forma natural con P.c.; **I.C.**= Islas Canarias; **P.c.**= *Phytophthora cinnamomi*.

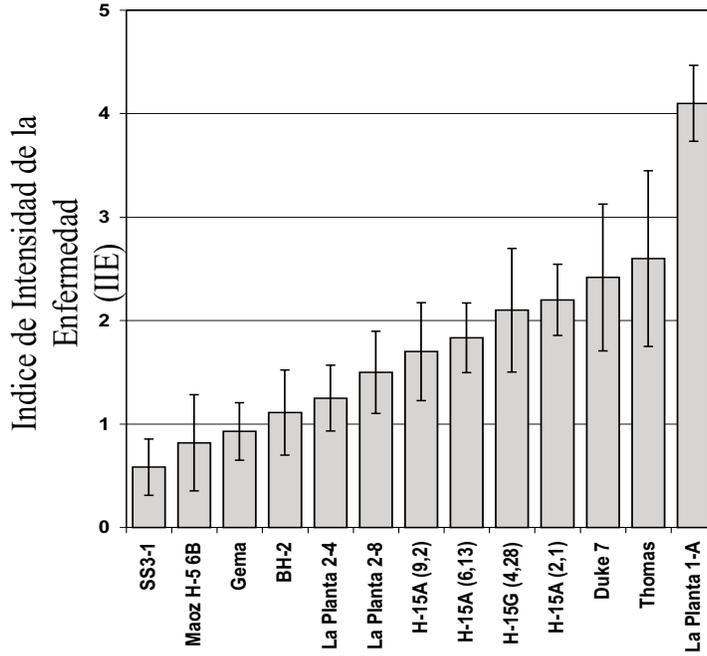


Figura 1: Tolerancia-resistencia de 13 patrones clonales a la podredumbre de raíz producida por *P. cinnamomi*. Media del Índice de Intensidad de la Enfermedad (\pm error estándar) a los 4 años en una escala visual entre 0-5 (0=planta sana; 5= planta muerta).

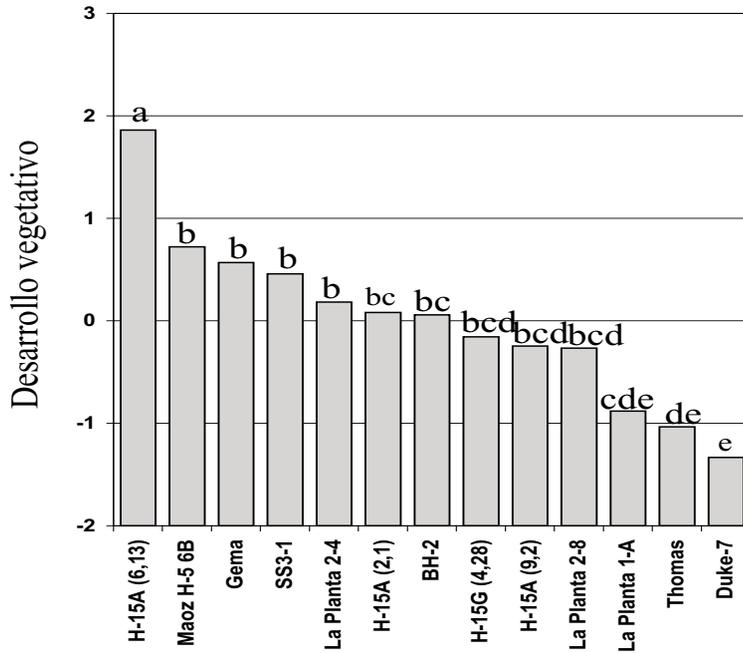


Figura 2: Desarrollo vegetativo ($S = \sum \text{diámetro} + \sum \text{altura} + \sum \text{perímetro}$, datos estandarizados) de 13 patrones clonales después de 4 años de ensayo.