

USO POTENCIAL DE LA RAZA ANTILLANA COMO FUENTE DE RESISTENCIA A LA PODREDUMBRE RADICULAR DEL AGUACATE

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

Se han evaluado patrones procedentes de la germinación de semillas recolectadas en árboles de aguacate de raza Antillana, pertenecientes a ecotipos locales (Tenerife y La Gomera, Islas Canarias, España) y material vegetal recolectado en Cuba. Se evaluaron más de 1600 individuos frente al patógeno mediante distintos procesos de selección: tanque con solución nutritiva inoculada con el patógeno y tierra infestada de forma natural. Se seleccionaron 342 patrones para su trasplante en sucesivas etapas a una parcela altamente infestada con el patógeno. El comportamiento del material vegetal seleccionado se estudió en campo durante seis años (222 patrones); cuatro años (58 patrones); tres años (32 patrones) y dos años (30 patrones). Hasta el momento han sobrevivido un 59%; 48%; 62%; y 63% de los patrones seleccionados. Estos resultados confirman el alto interés agronómico de la raza Antillana como fuente de resistencia a la podredumbre de raíz del aguacate.

Palabras Clave: Aguacate, Antillano, patrones, podredumbre radicular, *Phytophthora cinnamomi*, tolerancia-resistencia, selección.

INTRODUCCIÓN

Los recursos fitogenéticos constituyen la base de la producción agrícola y la seguridad alimentaria mundial, garantizando la disponibilidad de los genotipos necesarios para la mejora genética. Una de las prioridades en la investigación del aguacate es encontrar patrones tolerante-resistentes a la enfermedad conocida como podredumbre de raíz cuyo agente causal es *Phytophthora cinnamomi* Rands. Esta enfermedad es el mayor problema del cultivo en todas las áreas productoras del mundo (Zentmyer, 1980) y fue detectada por primera vez en las Islas Canarias en 1975 (Gallo y col., 1978) y en la costa del Mediterraneo en 1983 (Gallo, 1987). *P. cinnamomi* puede permanecer en el suelo durante largos períodos de tiempo aún en ausencia de plantas hospedadoras (Zentmyer, 1980), de forma que las posibilidades de erradicación de esta enfermedad en suelos infestados son prácticamente nulas. Una parte importante en la lucha integrada frente a *P. cinnamomi* y la forma más eficaz de control de la enfermedad a largo plazo es la utilización de patrones resistentes (Zentmyer y col., 1967; Coffey, 1987; Zilberstain y col., 1992; Mengue y col., 1992; Whiley y col., 2002).

En las Islas Canarias se han utilizado como portainjertos semillas de aguacate de raza Antillana desde que se establecieron los primeros cultivos comerciales en 1960. Su buena adaptación al clima y la disponibilidad de material vegetal procedente de árboles dispersos en plantaciones de plataneras sembrados al regreso de Cuba de los emigrantes Canarios en los años 20, ha hecho de la raza antillana la única con interés agrícola en las Islas. Los primeros trabajos sobre resistencia a *P. cinnamomi* en patrones de raza Antillana se realizaron en Canarias (Gallo y col., 1984), comprobándose mediante pruebas comparativas de patogeneicidad la mayor resistencia de estos patrones (Gallo, 1990; Gallo y Siverio, 1995). En Israel, el porcentaje de resistencia observado en esta raza es también mayor que el encontrado en las razas Mexicana y Gutemalteca (Ben-Ya'acov y Michelson, 1995; Ploetz y col., 2002).

MATERIAL Y MÉTODOS

La selección de patrones tolerante-resistentes a *P. cinnamomi* se realizó sobre plántulas procedentes de la germinación de semillas recolectadas mayoritariamente en árboles de raza Antillana pertenecientes a ecotipos locales (Tenerife y La Gomera, Islas Canarias, España). También se dispuso en menor proporción de material vegetal antillano recolectado en Cuba y de semillas procedentes de híbridos locales Antillano x Guatemalteco (Gema). El proceso de selección se inició con la germinación de las semillas en bandejas con picón. Una vez obtenidas las plántulas se utilizaron diferentes métodos de selección: tanque con solución nutritiva inoculada con el patógeno, terrinas con tierra infestada y directamente en campo infestado. En el primer caso, cuando las plantas tuvieron 8-10 cm de altura se colocaron en un tanque con solución nutritiva y se inocularon con *P. cinnamomi* después de emitir raicillas nuevas. Transcurridos 3 meses se observó el porcentaje de raíces sanas para seleccionar el material tolerante-resistente (Zentmyer y Mircetich, 1960). Los ensayos en terrinas se realizaron en condiciones controladas de invernadero, sembrando las plántulas en terrinas con tierra infestada de forma natural y evaluando la resistencia al patógeno al cabo de 9-12 meses. Por último, la selección en campo se realizó atendiendo a la supervivencia de árboles jóvenes (1 año) que fueron sembrados en una parcela infestada con *P. cinnamomi* en 1992.

El material vegetal que mostró un mejor comportamiento en los ensayos preliminares de resistencia en tanque y en terrina fue seleccionado para su evaluación en campo, trasplantándose a una parcela del I.C.I.A altamente infestada desde hace más de 30 años. Se realizaron evaluaciones anuales del material vegetal midiendo la altura, el diámetro del tallo a 10 cm del suelo y el perímetro de la copa. Para evaluar la tolerancia-resistencia a la podredumbre radicular se midió el índice de intensidad de la enfermedad (IIE) utilizando una escala visual de 0 a 5 en la que 0 corresponde a un árbol sano y 5 a un árbol completamente desfoliado (Gabor y col., 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante los procesos iniciales de selección en tanque y en terrina se obtuvieron 342 patrones para su evaluación en campo (Fig. 1). Éstos fueron trasplantados por grupos a la parcela infestada en los años 1997 (Grupo I, 222 patrones), 1999 (Grupo II, 58 patrones), 2000 (Grupo III, 32 patrones) y 2001 (Grupo IV, 30 patrones). En las tablas 1-4 se muestran los resultados obtenidos hasta el momento, detallándose el origen de los patrones y su supervivencia a *P. cinnamomi*. De los 222 patrones sometidos desde 1997 a stress biológico producido por *P. cinnamomi* actualmente sobreviven 131 (59%), 50 de ellos sin ningún síntoma de enfermedad. El resto de patrones muestra un porcentaje de supervivencia similar: sobreviven el 48% de los 58 patrones trasplantados en 1999, 11 de ellos sin síntomas; 62% de los 32 patrones trasplantados en el año 2000, 14 de ellos sin síntomas; y 63% de los 30 patrones trasplantados en 2001, aunque sólo 3 no muestran síntomas de enfermedad (Fig. 2 y 3). Siete de estos patrones (BH-2; La Planta 1-A; La Planta 2-4; La Planta 2-8; Gema; Maoz H5-6B y SS3-1) se propagaron clonalmente y están siendo reevaluados en campo desde 1999, junto con otros 4 patrones seleccionados directamente en campo (H15A-2,1; H15A-6,13; H15A-9,2 y H15G-4,28).

CONCLUSIONES

Como resultado del programa de selección se mantiene un campo de plantas madre que cuenta con 50 patrones de raza Antillana que no presentan síntomas de enfermedad después de 6 años de ensayo en una parcela altamente infestada por *P. cinnamomi*. Otros 28 patrones de raza Antillana se mantienen también sin síntomas de enfermedad después de tiempos de ensayo que oscilan entre 2 y 4 años.

Los resultados obtenidos confirman el potencial de la raza Antillana como fuente de resistencia a la podredumbre de raíz del aguacate.

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.
- COFFEY MD 1987. *Phytophthora* root rot of avocado an integrated approach to control in California. Plant Disease. 71:1046-1052.
- 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, MIRALLES CISCAR F, ÁLVAREZ DE LA PEÑA FJ 1978. La podredumbre de las raíces del aguacate. Hojas Divulgadoras. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- GALLO LLOBET L, JAIZME VEGA MC, HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ J 1984. Resistencia, patogenicidad y control *in vivo* e *in vitro* de *Phytophthora cinnamomi* Rands, parásito del aguacate. III Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Tenerife.

GALLO LLOBET L 1987. Podredumbre de raíz en aguacate causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands. Fruticultura profesional. 9:52-56.

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.

GALLO LLOBET L, SIVARIO DE LA ROSA F 1995. Evaluation of West Indian avocado seedlings's tolerance-resistance to *Phytophthora cinnamomi* Rands compared with clonal resistant rootstocks Duke 7, Thomas, and Toro Canyon, under field conditions. Proceedings of the 3rd World Avocado Congress. Tel Aviv, Israel. p.396-399.

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.

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

WHILEY AW, SCHAFFER B, WOLSTENHOLME BN 2002. The Avocado botany, production and uses. CABI Publishing UK.

ZENTMYER GA, MIRCETICH SM 1960. Results with new method of testing for resistance to *Phytophthora* root rot of avocado. California Avocado Society Yearbook. 44:107-109.

ZENTMYER GA, PAULUS AO, BURNS RM 1967. Avocado root rot. University of California Agricultural Extension Service Circular. 511.

ZENTMYER GA 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. The American Phytopathological Society, St Paul Minnesota.

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.



Figura 1: Campo de plantas madres de patrones de raza Antillana, establecido en 1997 en parcela altamente infestada con *P.cinnamomi*. El material vegetal fue preseleccionado por su tolerancia-resistencia al patógeno.

Tabla 1: Supervivencia en campo infestado con *P. cinnamomi* de patrones de raza Antillana obtenidos de semillas de árboles de La Gomera, preseleccionados por su resistencia al patógeno. Fecha de trasplante a campo: 1997 (Grupo I), 1999 (Grupo II), 2000 (Grupo III) y 2001 (Grupo IV).

La Gomera		Nº de patrones vivos/nº total de patrones			
		Grupo (años en la parcela)			
Localidad	Arbol	Grupo I (6 años)	Grupo II (4 años)	Grupo III (3 años)	Grupo IV (2 años)
San Sebastián	SS-3	7/10	-	-	-
	SS-7	27/37	-	-	1/1
	SS-8	4/6	2/3	-	-
Valle Gran Rey	VGR-18	3/4	1/2	-	-
	VGR-20	6/12	0/3	-	1/1
	VGR-32	1/1	-	-	-
	VGR-37	1/1	-	-	-
	VGR-38	7/23	0/1	-	-

Tabla 2: Supervivencia en campo infestado con *P. cinnamomi* de patrones de raza Antillana e híbridos Antillano x Guatemalteco (Gema) obtenidos de semillas de árboles de Tenerife, preseleccionados por su resistencia al patógeno. Fecha de trasplante a campo: 1997 (Grupo I), 1999 (Grupo II), 2000 (Grupo III) y 2001 (Grupo.IV).

Tenerife (vertiente Norte)		Nº de patrones vivos/nº total de patrones			
		Grupo (años en la parcela)			
Localidad	Arbol	Grupo I (6 años)	Grupo II (4 años)	Grupo III (3 años)	Grupo IV (2 años)
Tacoronte	ECA	1/3	-	-	-
	ECA-1	4/7	2/3	-	1/2
	ECA-2	1/2	1/1	-	0/1
Valle de Guerra	Gema	2/2	-	-	-
	Gema (H-14)	-	4/8	-	2/3
	Gema (H-15)	-	1/2	-	1/1
	Gema 03 (H-14)	-	-	4/6	0/1
	Gema 04 (H-14)	-	0/1	-	-
	Gema 07 (H-15)	-	-	2/2	-
	Gema 10 (H-14)	-	-	-	1/1
	H-5/88	-	1/1	-	-
	Maoz	-	-	-	0/1
	Maoz (H-14)	-	-	0/1	-
	Maoz 2 (H-14)	-	-	10/18	2/4
Maoz 6 (H-14)	-	-	3/4	-	
La Orotava	Maoz H-5 6-B	11/15	-	-	-
	Orotava	0/1	-	-	-
-	Antillano	7/11	6/12	-	-

Tabla 3: Supervivencia en campo infestado con *P. cinnamomi* de patrones de raza Antillana obtenidos de semillas de árboles de Tenerife, preseleccionados por su resistencia al patógeno. Fecha de trasplante a campo: 1997 (Grupo I), 1999 (Grupo II), 2000 (Grupo III) y 2001 (Grupo IV).

Tenerife (vertiente Sur)		Nº de patrones vivos/nº total de patrones				
		Grupo (años en la parcela)				
Localidad	Arbol	Grupo I (6 años)	Grupo II (4 años)	Grupo III (3 años)	Grupo IV (2 años)	
Arafo	Taro	-	-	1/1	-	
	Taro 02	1/2	0/1	-	-	
	Taro 03	0/1	-	-	-	
	Taro 05	-	-	-	1/1	
	Taro 07	-	-	-	2/3	
	Taro 08	-	-	-	1/1	
	Taro 09	-	-	-	0/1	
	Taro 12	0/1	0/1	-	1/1	
	Taro 13	1/3	-	-	-	
	Taro 14	2/3	-	-	-	
	Taro 15	-	2/2	-	2/2	
	Taro 17	-	1/2	-	-	
	Taro 19	-	0/2	-	1/1	
	Taro 35	-	1/1	-	-	
	Güímar	A-4 (10)	-	2/2	-	-
		A-7	-	0/1	-	-
		BH-2	3/4	-	-	-
La Planta 1-A		2/3	-	-	-	
La Planta 2		9/16	-	-	-	
La Planta 2-02		0/2	-	-	-	
La Planta 2-04		5/6	-	-	-	
La Planta 2-06		0/1	-	-	-	
La Planta 2-07		-	-	-	-	
La Planta 2-08		0/3	-	-	-	
La Planta 2-10		1/1	-	-	-	
La Planta 2-C		0/1	-	-	-	
La Planta 2-D		5/5	-	-	-	
La Planta 2-E		1/1	-	-	-	
La Planta 2-G		1/2	-	-	-	
Igueste	La Planta D	-	0/1	-	-	
	Melquiades	3/6	-	-	-	
	I-1	2/5	1/5	-	2/2	
	I-2	5/8	2/2	-	-	

Tabla 4: Supervivencia en campo infestado con *P. cinnamomi* de patrones de raza Antillana obtenidos de semillas de árboles de Cuba, preseleccionados por su resistencia al patógeno. Fecha de trasplante a campo: 1997 (Grupo I), 1999 (Grupo II), 2000 (Grupo III) y 2001 (Grupo IV).

Cuba		Nº de patrones vivos/nº total de patrones			
		Grupo (años en la parcela)			
Localidad	Arbol	Grupo I (6 años)	Grupo II (4 años)	Grupo III (3 años)	Grupo IV (2 años)
Cuba	Catalina	4/6	-	-	0/1
	Pedro Luis	1/3	-	-	-
	Perrero	1/1	-	-	-
	Tarros	1/1	-	-	-

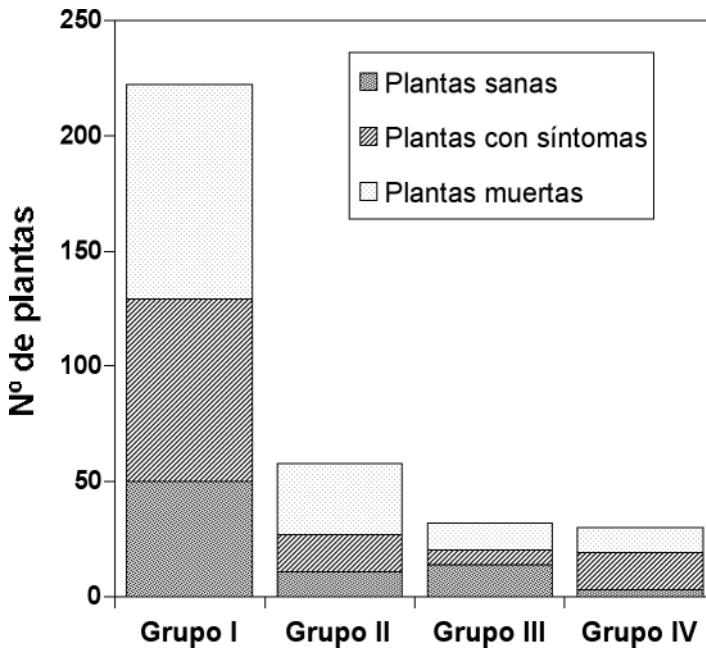


Figura 2: Comportamiento frente a *P. cinnamomi* de patrones de raza Antillana trasplantados a campo en los años 1997 (Grupo I), 1999 (Grupo II), 2000 (Grupo III) y 2001 (Grupo IV).

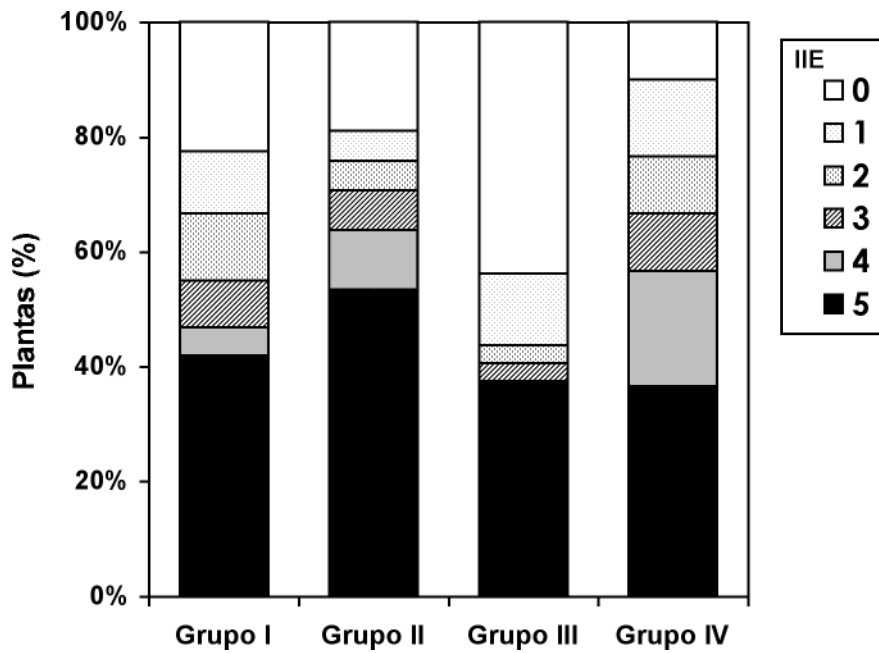


Figura 3: Índice de intensidad de la enfermedad (IIE, de 0-5, 0=planta sana; 5=planta muerta) de los patrones de raza Antillana evaluados frente a *P. cinnamomi* en campo desde los años 1997 (Grupo I), 1999 (Grupo II), 2000 (Grupo III) y 2001 (Grupo IV).