

## Resistencia de cultivares de tomates con el gen "Mi" ante poblaciones de *Meloidogyne spp.* (Nematoda: Tylenchida) en Gran Canaria (Islas Canarias).

J.M. RODRIGUEZ, R. RODRIGUEZ

Seis variedades de tomates, de las más cultivadas en Canarias los últimos años, todas ellas poseyendo el gen "Mi" de resistencia a *Meloidogyne spp.*, fueron inoculadas con una población de *M. incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949, procedente de un cultivar susceptible, y con otra población de *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, procedente de un cultivar resistente para verificar su comportamiento ante tales poblaciones por separado, y asignar un grado de resistencia dependiente del índice de masas de huevos y del factor "R". Los resultados de la aplicación del método, recientemente normalizado, han mostrado que la mayoría de los cultivares son asignados como "susceptibles" y unos pocos "tolerantes" a las poblaciones canarias contrastadas.

J.M. RODRIGUEZ, Dpto. Fitopatología. Granja Agrícola Experimental. Cabildo Insular de Gran Canaria. Carretera del Norte, km. 7.2, Cardones, Arucas (Gran Canaria).

R. RODRIGUEZ, Dpto. Fitopatología. Servicio Agrícola de la Caja Insular de Ahorros de Canarias. Apartado 854. 35080 Las Palmas de Gran Canaria.

**Palabras clave:** *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, Resistencia en tomates, Gran Canaria (España).

### INTRODUCCION

Uno de los mayores problemas registrados en los cultivos canarios de tomates para la exportación bajo invernaderos, son los ataques de *Meloidogyne spp.* La introducción de híbridos resistentes procedentes fundamentalmente del mercado holandés, y reseñados con etiqueta genéricamente con la letra "N" para designar su resistencia, mostraron en principio su idoneidad para el control de las especies mayoritariamente presentes en nuestros cultivos (RODRIGUEZ y RODRIGUEZ, 1981), sin embargo, tras el cultivo repetido de una misma variedad las poblaciones canarias parecían sufrir un proceso de "adaptación gradual" y de selección

y terminaban por romper la resistencia de los distintos cultivares conferidas por el gen "Mi". Es aceptado que la fuente de resistencia en tomate proviene de especies salvajes de *Lycopersicon peruvianum* y viene descrita para las tres especies principales o de "climas cálidos" *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 y *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 (NETSCHER y TAYLOR, 1979), y muchos de los híbridos F1 resultantes entre cruces de especies homocigóticas resistentes y susceptibles expresan dominancia incompleta si bien adquieren un valor económico para su cultivo en suelos infectados (FASSULIOTIS, 1987). Se hacía necesario en nuestras

condiciones, dadas sus marcadas peculiaridades de cultivo, y para las poblaciones existentes, en franca adaptación a los primeros cultivares resistentes, poner a punto las técnicas de un método normalizado y generalmente aceptado para el estudio de la resistencia de las variedades que continuamente nos llegan como tales.

## MATERIALES Y METODOS

### Obtención de los cultivares de tomates para la inoculación

Las semillas de los diferentes cultivares fueron sembradas en bandejas de poliuretano expandido con substrato estéril especial para semilleros, depositadas en un invernadero de cristal. Posteriormente, la replanta era repicada individualmente a macetas de polivinilo, de 1 L. de capacidad con suelo estéril, traspasadas a un cierre de malla. Los cultivares poseyendo el gen "Mi", así como las casas obtentoras se detallan en el Cuadro 1.

### Inoculación de los cultivares seleccionados

El método empleado para la extracción de larvas y huevos para la inoculación de los cultivares fue el de agitación y filtrado de raíces troceadas (HUSSEY Y BAKER, 1973). Las poblaciones de *M. incognita* procedían de raíces del cultivar susceptible NUHEN ZADEN 6708, y las de *M. javanica* del cultivar resistente "Lorena". La determinación de las especies en ambos casos fue corroborada por

estudios de un número determinado de "modelos perineales", completado por un test parcial de huéspedes direfenciales (TAYLOR y SASSER, 1978). El método para la inoculación fue el de inyección del inóculo en tres agujeros al pie de la planta. Las repeticiones de los cultivares fueron inoculadas separadamente con una suspensión de 10.000 Huevos+larvas de *M. incognita* y 7.000 Huevos+larvas de *M. javanica* como población inicial o de partida por planta (Pi).

### Aplicación de índice de infección

Después de 60 días de incubación se establecieron dos criterios para poder asignar un índice de infección que atendían al número de masas de huevos en raíces por una parte y extracción de huevos+larvas en raíces por otra. Para la tinción de masas de huevos se procedió al lavado suave de raíces y tinción propiamente dicha con Phloxina B (0.15 g/L., 20 min.) (SASSER y otros, 1984), conteo de las masas y asignación de índice (TAYLOR y SASSER, 1978) según escala del Cuadro 2.

Para la extracción de huevos y larvas de las distintas repeticiones de los cultivares inoculados se empleó el método de agitación y filtrado más arriba señalado: se troceaban las raíces y se agitaban en un recipiente conteniendo una solución al 0.5% de NaOCl en agua durante 3 min., a continuación eran filtradas en una columna de dos cedazos de 200 y 500 mallas/pulgadas, recogido en vaso y contados bajo lupa estereoscópica. Así obtenida la población final

Cuadro 1.- Cultivares poseyendo el gen "Mi".

Cultivares con el gen ("Mi")	Casa Comercial obtentora
cv. "Cristina"	Sluis & Groot
cv. "Genio"	Berrex
cv. "Lorena"	Sluis & Groot
cv. "Meltine"	Berrex
cv. "Ravel"	Berrex
cv. "Tegula"	Royal Sluis

cv= variedad comercial.

( $P_f$ ), se procedía al cálculo del factor "R" ( $P_f/P_i$ ) (CANTO-SAENZ, 1983) y se asignaban los "grados de resistencias" también teniendo en cuenta, los "Índices de masas de huevos" según se expresa en el Cuadro 3.

en los Cuadros 4 y 5, en donde después de hacer patente la aplicación de los distintos índices y factores a los diferentes cultivares inoculados, se culmina, previa aplicación de los mismos, en la asignación del grado de resistencia, que es en definitiva lo que refleja sucintamente el comportamiento ante las poblaciones estudiadas.

**RESULTADOS**

Los resultados quedan mejor expresados

Cuadro 2.- Escala Grado de Infección *Meloidogyne spp.* (TAYLOR y SASSER, 1978).

Núm. masas de huevos	Índice masas de huevos
0	0
1-2	1
3-10	2
11-30	3
31-100	4
100+	5

Cuadro 3.- Tabla de Resistencia de Huéspedes *Meloidogyne spp.* (CANTO-SAENZ 1983).

Índice masas de huevos	Factor "R"	Grado de resistencia
< 0 = 2	< 0 = 1	Resistente
< 0 = 2	> 1	Tolerante
> 2	< 0 = 1	Hipersusceptible
> 2	> 1	Susceptible

Cuadro 4.- Inoculación de *M. javanica* en tomates.

(P <sub>i</sub> = 7.000 huevos/planta, medidas de 3 repeticiones)					
Cultivares	Índice masas*	Desviación standar	P <sub>f</sub>	Factor "R"	Designación
"Cristina"	1.67	0.58	27,100	3.61	Tolerante
"Genio"	2.00	0.00	16,100	2.15	Tolerante
"Lorena"	2.33	0.58	19,600	2.61	Susceptible
"Meltine"	3.67	0.58	72,600	9.68	Susceptible
"Ravel"	3.33	0.58	41,100	5.52	Susceptible
"Tegula"	3.67	0.58	50,533	6.74	Susceptible

\* Índice de masas de huevos = 0 a 5 grados.

P<sub>f</sub> = Población final extraída en raíces (Huevos/planta).

P<sub>i</sub> = Población inicial inoculada.

Factor "R" = P<sub>f</sub>/P<sub>i</sub>.



Fig. 1.- Plantel de cultivares inoculados.

Cuadro 5.- Inoculación de *M. incognita* en tomates.

(P <sub>i</sub> = 10.000 huevos/planta, medidas de 4 repeticiones)					
Cultivares	Indice masas*	Desviación standar	P <sub>f</sub>	Factor "R"	Designación
"Cristina"	3	0	62,700	6.27	Susceptible
"Genio"	3	0	110,550	11.06	Susceptible
"Lorena"	4	0	89,550	8.96	Susceptible
"Meltine"	4	0	109,200	10.92	Susceptible
"Ravel"	4	0	99,650	9.97	Susceptible
"Tegula"	4	0	124,800	12.48	Susceptible

\* Indice de masas de huevos = 0 a 5 grados.

P<sub>f</sub> = Población final extraída en raíces (Huevos/planta).

P<sub>i</sub> = Población inicial inoculada.

Factor "R" = P<sub>f</sub>/P<sub>i</sub>.

## DISCUSION

*M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, tienen una reproducción partenogenética mitótica obligatoria (apromítica), y cuando los machos están presentes en las poblacio-

nes e inseminan a las hembras, se ha observado, en los pocos casos que han sido posibles, que el esperma no participa en la fertilización efectiva (TRANTAPHYLLOU, 1979).

Este tipo de reproducción excluye recombinaciones genéticas y es difícil reconciliar



Fig. 2.- Detalle de tinción con Phloxina B de masas de huevos en raíces.

con la variación observada en estos organismos, a no ser que se produzcan mutaciones de un gen dominante a recesivo que daría lugar a un nuevo clon capaz de adaptarse a cultivares resistentes (NETSCHER y TAYLOR, 1979). No obstante, en *Meloidogyne spp.* con reproducción apomítica puede tener lugar alguna alteración cuando las condiciones ambientales son adversas, resultando que un alto porcentaje de la progenie evolucionen a machos (TRIAN-TAPHYLLOU, 1979).

Generalmente se reconoce que se sabe poco sobre la herencia y evolución de los organismos partenogénéticos mitóticos, y no ha existido consenso acerca del tratamiento taxonómico de dichas especies. Normalmente las hembras de los organismos apomíticos producen clones de progenies que genéticamente son casi idénticas y cuya evolución es relativamente independiente unas de otras. Por tal razón el con-

cepto biológico de especie no es aplicable en organismos apomíticos y cualquier sistema taxonómico será subjetivo (TRIAN-TAPHYLLOU, 1979).

Amplios test de huéspedes diferenciales con miles de poblaciones procedentes de diversas zonas del mundo han sido llevadas a cabo, más con el objetivo primario de la diferenciación de especies, que el de la detección de variaciones fisiológicas dentro de una especie. Con un limitado número de plantas huéspedes (algodón, tabaco, pimiento, sandía y cacahuete) se han detectado variaciones en dos especies: cuatro razas para *M. incognita* (1 a 4) y dos para *M. arenaria*. Obviamente, estas razas no revelan la total variación de cada especie, puesto que un mayor número de razas podrían haberse caracterizado si se hubiese ampliado el número de plantas huéspedes con diferentes genes de resistencia (TRIAN-TAPHYLLOU, 1979).

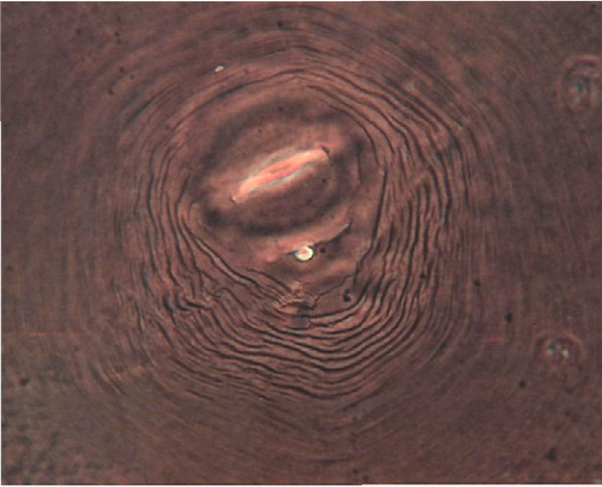


Fig. 3.- Modelo perineal de *Meloidogyne incognita*.

La propagación de poblaciones de *Meloidogyne spp.* sobre tomates resistentes indican que la adaptación a niveles altos de parasitismo es gradual y que no todas las poblaciones tienen la capacidad para adaptarse; el incremento progresivo del grado de parasitismo de una población durante un proceso continuo de propagación sobre cultivares de tomates resistentes, sugieren que están involucrados pocos genes con importantes efectos de resistencia. Considerando, por ejemplo, el tipo de reproducción de *M. incognita* se puede asumir que cada paso de incremento de parasitismo representa un pequeño efecto favorable de mutación de uno o más genes que controlan el parasitismo (TRIANANTAPHYLLOU, 1987).

En Gran Canaria la variedad de tomate "Meltine" que mostraba un alto grado de resistencia en principio, ha venido perdiendo paulatinamente tal característica (TABARES y otros, 1988; RODRIGUEZ, 1988). Con la introducción de nuevos cultivares resis-

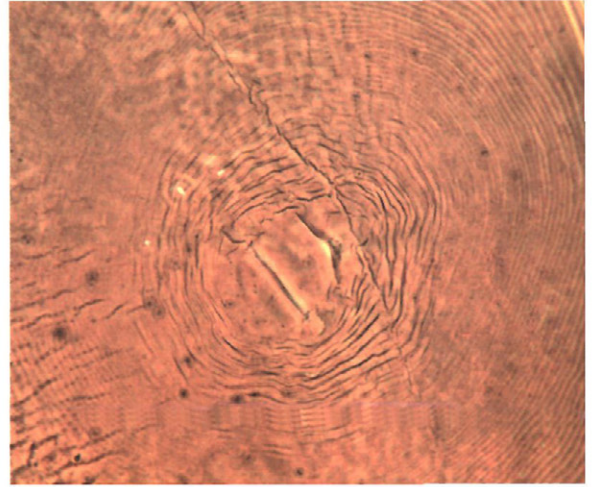


Fig. 4.- Modelo perineal de *Meloidogyne javanica*.

tentes ("Lorena", "Tegula", "Cristina", etc.), la adaptación de las poblaciones canarias de *Meloidogyne spp.* ha sido rápida, porque probablemente se han encontrado con el mismo tipo de resistencia (gen "Mi"), al que ya se habían adaptado. Desde el punto de vista práctico estos nuevos cultivares no ofrecen confianza en su resistencia a *Meloidogyne spp.*, y los agricultores canarios tendrán que seguir soportando un gasto adicional importante en la aplicación de nematocidas, que dicho sea de paso, no siempre resuelven el problema satisfactoriamente.

Si el origen de estas variaciones fisiológicas es la selección de nuevos patotipos o razas, o se trata de mutantes, o el gen de resistencia de los cultivares es de dominancia incompleta, es algo que está por aclarar, pero sí ha quedado demostrado en este trabajo la existencia de poblaciones *M. incognita* y *M. javanica* que provocan "la rotura de resistencia" de cultivares de tomates resistentes.

## ABSTRACT

RODRIGUEZ, J. M., RODRIGUEZ, R. (1991): Resistencia de cultivares de tomates con el gen "Mi" ante poblaciones de *Meloidogyne spp.* (Nematoda: Tylenchida) en Gran Canaria (Islas Canarias). *Bol. San Veg. Plagas*: 17 (4): 529-535.

Six tomatoes varieties, commonly growed in Canary Islands, and all of them possessing the resistant "Mi" gen to *Meloidogyne spp.*, where inoculated with *M. incognita* native population coming from susceptible cultivar, and *M. javanica* from a resistant cultivar, in order to verify its behaviour against that populations separately, and to get a resistant degree depending of egg mass index and de reproduction factor "R".

The results of the methods for assigning degree of resistance, recently standardized, have shown that the most of cultivars are assigned as "susceptibles" and few of them "tolerants" to the canarian populations tested.

**Key words:** *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, tomatoe, Canary Islands.

## REFERENCIAS

- CANTO-SAENZ, M., 1983. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949, pp. 160-165. In *Proc. Third Res. & Plann. Conf. on Root-knot Nematodes*, *Meloidogyne spp.*, March 22-26, 1982, ed. C.C. Carter. International *Meloidogyne* Project, Lima, Perú. 233 pp.
- FASSULIOTIS, G., 1987. Genetic Basis of Plant Resistance to Nematodes, pp. 364-371. In *Vistas on Nematology*, ed. J. A. Veech & D. W. Dickson, DeLeon Spring, Florida. 509 pp.
- HUSSEY, R. S. & BAKER, K. R., 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne spp.* including a new technique. *Plant. Dis. Reporter* 57: 1925-1928.
- NETSCHER, C. & TAYLOR D.P., 1979. Physiologic Variation with the Genus *Meloidogyne* and Implications on Integrated Control. In *Root-knot nematodes* (*Meloidogyne spp.*): *Systematics, Biology and Control*. ed. F. Lamberti & C. E. Taylor, Academic Press, 269-293, New York. 477 pp.
- RODRIGUEZ, J. M., 1988. Screening de resistencia a *Meloidogyne spp.* de variedades de tomates para la exportación. In *Resumen Anual 1987-1988* 3.1.2., ed. Granja Agrícola Experimental. Excmo. Cabildo de Gran Canaria.
- RODRIGUEZ, R. & RODRIGUEZ, J.M., 1981. Identificación de especies del género *Meloidogyne*, de poblaciones extraídas de raíces con nódulos, de pepinos y tomates. In *Memoria de actividades*, 1980-1981. ed. Granja Agrícola Experimental. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria.
- SASSER, J. N., CARTER, C. C. & HARTMAN, K. M., 1984. Standardization of Host Suitability Studies and Reporting of Resistance to Root-Knot Nematodes. ed. Crop Nematode Research & Control Project, Raleigh, North Carolina, U.S.A. 7 pp.
- TABARES, J.M., ALAMO, M. & RODRIGUEZ, J. M., 1988. Influencia de la resistencia varietal contra el nematodo en tomate. In *Resumen Anual 1987-1988* 2.1.4., ed. Granja Agrícola Experimental. Excmo. Cabildo de Gran Canaria.
- TAYLOR, A. L. & SASSER, J.N., 1978. Biology, Identification and Control of Root-Knot nematodes (*Meloidogyne spp.*). Coop. Pub. Dep. Plant Pathol., North Carolina State Univ., and U.S. Agency Int. Dev. Raleigh, N.C. 111 pp.
- TRIANAPHYLLOU, A. C., 1979. Cytogenetics of Root-Knot Nematodes. In *Root-Knot Nematodes* (*Meloidogyne spp.*): *Systematics, Biology and Control*. ed. F. Lamberti & C.E. Taylor, Academic Press, 85-109, New York. 477 pp.
- TRIANAPHYLLOU, A.C., 1987. Genetics of Nematodes parasitism on Plants, pp. 354-36. In *Vistas on Nematology*, ed. J.A. Veech & D.W. Dickson, DeLeon Spring, Florida. 509 pp.

(Aceptado para su publicación: 6 junio 1991)