

## Patógenos asociados a la marchitez de tomate tipo “cherry” en la provincia de Granada. Estudio particular de las fuentes de inóculo de *Phytophthora parasitica* causante de la podredumbre del tallo

M. DE CARA, I. PEREGRINA, J. A. ARELLANO, J. BENAVIDES, M. BUENO, A. MARTÍNEZ, J. M. GÓMEZ, Y. SERRANO, M. L. GUIRADO, J. M. RODRÍGUEZ, M. SANTOS, F. DIÁNEZ, J. C. TELLO

En este trabajo se presentan los resultados sobre una prospección, realizada en los cultivos de tomate tipo “cherry” del interior de la provincia de Granada, desde julio de 2003 hasta julio de 2008. Los resultados pusieron en evidencia que *Phytophthora parasitica* estuvo presente en las cuatro zonas muestreadas (embalses de Los Bermejales y del Negratín, Motril y Albuñol), alcanzando su presencia al 62 y al 65% de los abrigos de malla muestreados en Los Bermejales y El Negratín y sólo al 10% y al 20% en Motril y Albuñol, situados estos municipios en la costa. El hongo llegó a producir en algún caso el 100% de plantas muertas antes de cosecha. *Verticillium dahliae* estuvo presente en las zonas del interior pero no en las explotaciones de la costa, encontrándose en el 29% de las explotaciones del Negratín y en el 15% en Los Bermejales. Una posterior evaluación adicional para este patógeno realizada cuatro años después de la primera en la zona del Negratín, evidenció que el 90,74% de las explotaciones presentaron plantas con síntomas de verticiliosis.

Dada la gravedad de la podredumbre del pie y de la base del tallo, se realizó un estudio sobre las posibles fuentes de inóculo de *P. parasitica*. Los resultados pusieron de manifiesto que las semillas de tomate y las plántulas procedentes de los semilleros no fueron portadoras del hongo. El estudio de las aguas de riego tomadas de las balsas permitió conocer que en el 17,24% de éstas estuvo presente *Phytophthora*. Los análisis realizados a los suelos de las vegas permitieron conocer que *P. parasitica* estuvo presente en el 11,11% en Los Bermejales y en el 18,75% en El Negratín. De igual manera se puso de manifiesto que *P. parasitica* pudo haber sido trasladada desde las vegas hasta las nuevas plantaciones por los aperos de labranza. Finalmente, se hizo una investigación sobre la conservación de *P. parasitica* en las muestras de suelo estudiadas cuando se comenzó la prospección. Los datos mostraron que durante 4 años el hongo se conservó en el 20,58% de las muestras y durante casi cinco años (57 meses) en el 18,18%.

M. DE CARA, I. PEREGRINA, J. A. ARELLANO, J. BENAVIDES, M. BUENO, A. MARTÍNEZ, M. SANTOS, F. DIÁNEZ, J. C. TELLO. Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería. Cañada de San Urbano s/n, 04120 Almería  
J. M. GÓMEZ, Y. SERRANO, M. L. GUIRADO, J. M. RODRÍGUEZ. IFAPA. Autovía del Mediterráneo (Salida 420). Paraje San Nicolás. 04745. La Mojonera (Almería)

**Palabras clave:** *Meloidogyne*, conservación en suelo, *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

### INTRODUCCIÓN

TELLO (1984) y TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990) presentaron los

resultados de las prospecciones realizadas en los cultivos de tomate de la costa mediterránea durante 14 años. La presencia de *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f. sp.

*lycopersici* (raza 0 y 1), *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* sobresalieron por su extensión y daños sobre otras micosis de origen telúrico o edáfico, como es el caso de *Phytophthora parasitica*, cuya presencia no fue citada en las zonas que muestrearon estos autores. El trabajo contenido en este artículo se centra en las enfermedades producidas por hongos del suelo en dos entornos diferentes, uno de ellos bien distinto a las zonas que estudiaron los autores antes citados. A saber: 1) Se trata de zonas donde anteriormente el tomate no era un cultivo regular. El cultivo en la zona es muy reciente, implantándose las primeras explotaciones allá por el año 1998 2) Los cultivares analizados fueron todos pertenecientes a *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, conocidos vulgarmente como tomate cereza o tomate "cherry". 3) El cultivo se hace bajo malla desde el mes de abril hasta finales de setiembre, siendo imposible durante el resto del año por las bajas temperaturas, de hasta -10 °C. 4) Muchos de estos suelos, hasta la puesta en producción de tomate, estaban ocupados por cultivos de vid, olivo y cereales en secano. Téngase en cuenta que esta prospección se inició en el año 2003 y durante su desarrollo se visitaron parcelas con su primer cultivo.

Los técnicos de la Cooperativa Carchuna-La Palma desconocían algunos de los parásitos y sus síntomas en dichos cultivos, pese a ser conocedores de las enfermedades del tomate cherry en los cultivos bajo invernadero en la costa, lo cual era indicativo de diferencias entre ambas zonas. La cooperativa tiene una clara especialización en la producción de tomate tipo "cherry", que comenzaron a comercializar a finales de los años 80. Una idea del interés del trabajo puede darla el hecho de que las 20.000 t comercializadas en la campaña de primavera de 2000-2001 por dicha cooperativa, representaron el 40% de la producción nacional (BERENGUER *et al.* 2001).

En un trabajo de prospección, como el que aquí se presenta, se plantea siempre una cuestión esencial: el tamaño del muestreo y

la valoración de las plantas enfermas. En este caso, se han tomado las propuestas terminológicas de MARÍN (1996). Así, la **intensidad** es el término que mejor refleja el contenido del trabajo que se presenta, entendiendo que la intensidad caracteriza una población de plantas enfermas en un área dada. Caracterización que se desdobra en **densidad** (nº de individuos enfermos por unidad de área), **severidad** (proporción de tejido enfermo con relación a la totalidad de la planta), **incidencia** (proporción de plantas con síntomas con respecto al total de plantas de un cultivo) y **prevalencia** (número de campos con plantas enfermas con respecto al total de campos de una región específica).

Pero el trabajo contenido en este artículo no se ciñe a la prospección y a la analítica asociada a ella. Dada la naturaleza de los patógenos más frecuentes; dada, como se verá, su importancia, y dado que muchos campos eran de cultivo muy reciente, se exploraron algunas fuentes primarias de los inóculos patógenos, máxime por si dicho conocimiento podría aportar las primeras medidas urgentes de control.

Finalmente, precisar que este trabajo ha tenido una proyección esencial y especial en las comarcas del interior de la provincia de Granada, aunque más puntualmente se presenten datos concernientes a términos municipales de la costa como Motril y Albuñol, donde los cultivos se practican en otras estaciones del año diferentes al verano. De manera circunstancial se introduce en el trabajo una muestra de suelo recogida en un invernadero de Uleila del Campo (Almería), igualmente localidad de interior, donde se manifestó *P. parasitica* con una alta incidencia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Toponimias muestreadas

Las dos zonas más intensamente muestreadas fueron las que albergan los abrigos de malla situados en el entorno del embalse de Los Bermejales (Arenas del Rey, Fornes, Jayena, Játar) y los que están próximos al embalse del Negratín (Zújar, Cúllar, Castillé-



Figura 1: Zonas objeto de la prospección en cultivos de tomate tipo “cherry”

jar). La figura 1 muestra un mapa de ambos enclaves. De manera más puntual se analizaron muestras procedentes de invernaderos de Motril y Albuñol. En la zona de Los Bermejales la superficie dedicada al cultivo era del orden de 70 ha. En El Negratín de 100 ha.

Épocas de muestreo y superficie muestreada

Las prospecciones en los enclaves indicados se realizaron desde julio de 2003 hasta octubre de 2004. En el caso de Los Bermejales una segunda prospección adicional se realizó desde mayo hasta octubre de 2005. El

número de abrigos muestreados fue, durante la primera prospección, de 20 en la zona del embalse de Los Bermejales, 21 en El Negratín, 10 en Motril y 5 en Albuñol. La segunda prospección en Los Bermejales se hizo sobre 37 explotaciones (conformadas en total por 64 umbráculos) de malla lo que representaba unas 30 ha (42,85 % de la superficie cultivada). Una prospección adicional fue realizada durante el mes de julio de 2008, dirigida exclusivamente a evaluar la importancia de *V. dahliae*, la evaluación se realizó sobre 54 abrigos de la zona de Cúllar (embalse del Negratín).

### Técnicas analíticas utilizadas para análisis de plantas tomadas en el terreno de asiento

Se analizaron siempre plantas que manifestaban una marchitez generalizada, pudiendo estar asociados a esta sintomatología patógenos localizados tanto en raíces y base del tallo, como en el sistema vascular xilemático de las plantas. Es por ello que se emplearon técnicas analíticas diferentes para una misma planta. Para determinar la presencia de los patógenos implicados en la podredumbre de la base del tallo, cuello y raíces ("pie" de las plantas), se lavaba con agua limpia la porción de cuello, raíz o base del tallo, hasta eliminar los restos de cepellón adherido. Se secaban al ambiente del laboratorio y posteriormente se analizaban fragmentos del tejido en agar malta y en un medio selectivo para *Phytophthora* (TELLO *et al.*, 1991; ERWIN y RIBEIRO, 1996). Paralelamente, de cada planta así procesada se analizó el suelo adherido a las raíces utilizando pétalos de clavel inmaduros (TELLO *et al.*, 1991). Se pretendía así tener un máxima representación analítica.

Para determinar la presencia de hongos vasculares se analizaron fragmentos de tallos con necrosis del xilema. Lavado, secado y posterior flameado con alcohol dejaban el material listo para sembrar las rodajas en medio agar malta (TELLO *et al.*, 1991).

La presencia de *Meloidogyne* fue valorada en función de las hiperplasias radiculares (batatilla, entre los agricultores) observadas.

### Muestreo para detectar las fuentes de inóculo primario

Por tratarse de zonas nuevas para el cultivo de tomate (algunas de las explotaciones agrícolas muestreadas realizaban su primer cultivo y en muchos casos estaban en su segunda campaña), se muestrearon las posibles fuentes de inóculo. A saber: 1) Suelos de vega de los pueblos donde se cultivaban algunas herbáceas en regadío para autoconsumo, olivo o simplemente eran eriales. 2) Tierra adherida a los aperos de labranza, puesto que podían haber sido portadores de

patógenos. 3) Plantas procedentes de semilleros o planteles utilizadas para la plantación. 4) Semillas tanto de la variedad como del patrón utilizado para injertar. 5) Agua de las balsas de riego. En todos los casos los análisis se hicieron para detectar la presencia de *Phytophthora*.

#### 4.1.- Técnicas para análisis de suelos

Para detectar la presencia de *Phytophthora* en los suelos adheridos a las raíces de las plantas, suelos de vega y suelos adheridos a los aperos (un total de ocho aperos diferentes fueron analizados) se utilizó la técnica de trampas vegetales (pétalos inmaduros de clavel), citada anteriormente. Por cada muestra se hicieron tres repeticiones con 5 trampas cada una de ellas. Este procedimiento se utilizó, igualmente, para analizar 92 muestras de suelos de las parcelas estudiadas que se mantuvieron conservadas en el laboratorio, en bolsas de plástico cerradas, durante casi 5 años.

Esta técnica fue utilizada para analizar el cepellón de las plantas procedentes de semilleros. Un total de 15 bandejas recogidas en las explotaciones de otros tantos agricultores fueron analizadas. Debido a que en todos los casos las plantas estaban con apariencia normal, sin mostrar tejido necrosado, es por lo que se decidió realizar este tipo de análisis. Por otro lado, un total de 307 plántulas de las variedades Josefina, Naomi, Shirem y Beaufort (patrón usado en el injerto) fueron analizadas, todas ellas procedían de diferentes partidas, producidas en diferentes semilleros y fueron recogidas cuando llegaron a tres explotaciones de Zújar (zona del Negratín).

#### 4.2.- Técnica para análisis de semillas

Un total de 863 semillas correspondientes a 3 lotes diferentes fueron analizados en medio PDA y selectivo para *Fusarium* (TELLO *et al.*, 1991) siguiendo la técnica del Ulster (TELLO *et al.*, 1991).

#### 4.3.- Técnica para análisis de aguas de balsas de riego

Para el análisis del agua de las balsas que se utilizan para riego, se utilizó la técnica de pétalos inmaduros de clavel propuesta por TELLO *et al.* (1991) adaptada a las aguas que

se muestrearon. Las “trampas” se colocaron en botes estériles de plástico donde por diferentes orificios practicados en ellos penetraba el agua y se ponía en contacto con los pétalos. Las trampas permanecieron 48 h en las balsas. Al cabo de ese tiempo, y ya en el laboratorio, los pétalos fueron transferidos a placas de Petri con 20 ml de una solución nutritiva estéril y se mantuvieron en el ambiente del laboratorio. Se hicieron observaciones periódicas durante 7 días. Las lecturas permitían separar con facilidad los géneros *Pythium* y *Phytophthora*. Los muestreos se hicieron desde el 6-07-2004 hasta el 14-07-2007. Se muestrearon 29 balsas en 2 ocasiones separadas en el tiempo. Los términos donde se situaron las balsas fueron: Zújar, Cúllar, Fornes, Játar, Arenas del Rey, Vélez de Benaudalla, Béznar y Motril. Un total de 576 muestras fueron analizadas.

**RESULTADOS**

Resultados correspondientes a la primera prospección realizada entre julio de 2003 hasta octubre de 2004

Este muestreo abarcó tanto la zona del embalse de Los Bermejales como la del Negrátín. Los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Como nota adicional habría que añadir que el virus del mosaico del tomate (ToMV) estuvo generalizado en todos los cultivos visitados, hecho no común en los tomates tipo “grueso”. Quizás esta generalización puede atribuirse a que el cultivar más común

era Josefina, carente de resistencias genéticas al virus y a los otros patógenos encontrados.

Sobresale entre los hongos la presencia de *P. parasitica* asociada a los síntomas descritos en tomate para este patógeno (ERWIN y RIBEIRO, 1996). Notable es su incidencia en las parcelas del interior con respecto a las de la costa. Este hecho diferencial no parece tener relación con la antigüedad del cultivo, dado que en el interior son cultivos más recientes. Esta observación es igualmente aplicable a *V. dahliae*, ausente en la costa y con una presencia más que apreciable en el interior. Si atendemos a las observaciones de TELLO (1984) y TELLO y PÉREZ (1979), *V. dahliae* se manifiesta en Valencia y en Murcia durante los meses más frescos del cultivo (primavera) y en la isla de Tenerife a altitudes por encima de 400 msnm. Esto podría explicar la ausencia en la costa de la enfermedad – observación constatada por más de 25 años de observación – y su presencia en el interior. Presencia que tiene una máxima expresión en los meses de abril (trasplante) y mayo. Expresión que no parece ser detenida por el uso de los patrones Maxifort y Beauport, utilizados en las plantaciones de Los Bermejales y El Negrátín. La prospección realizada durante el mes de julio de 2008, evaluando 54 umbráculos en las explotaciones de la zona del Negrátín (Baza y Cúllar), puso en evidencia que 49 de ellos mostraron la presencia de *V. dahliae*. La expresión de la micosis parece independiente de la variedad (Alina, Shiren, Mini Star, Lucinda, Santa, Belle, Josefina), y del patrón utilizado

**Cuadro 1. Prevalencia de patógenos en los cultivos bajo umbráculos de malla en las zonas de los embalses del Negrátín, de los Bermejales y de los términos de Motril y Albuñol (Granada). Julio de 2003-Octubre de 2004. Los datos se han elaborado en base al análisis de 363 plantas.**

Patógenos aislados	Zonas muestreadas y número de parcelas analizadas			
	El Negrátín	Los Bermejales	Motril	Albuñol
	21	20	10	5
<i>Phytophthora parasitica</i>	62%	65%	10%	20%
<i>Verticillium dahliae</i>	29%	15%	0%	0%
<i>Fusarium oxysporum</i> (posiblemente <i>F.o. fsp lycopersici</i> )	14%	0%	30%	0%
<i>Meloidogyne</i> sp	0%	45%	0%	0%

(Beaufort, Maxifort y Spirit). La desinfección con 1,3 dicloropropeno + cloropicrina no ofrece más que un control parcial de la verticiliosis. La presencia de *Meloidogyne* parece circunscribirse a los términos de Los Bermejales. En lo concerniente a la posible presencia de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, que no se ha revelado hasta el presente como un patógeno generalizado, cabe decir que la comprobación de su poder patógeno no se ha estudiado, tal vez por no haber encontrado plantas con el síndrome que causa en años posteriores al del muestreo inicial. A este respecto hay que decir que en Almería no es una enfermedad apreciable como pusieron de manifiesto TELLO (1984) y TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990)

Resultados de la segunda prospección realizada desde mayo a octubre de 2005 en la zona de Los Bermejales

En esta ocasión se prospectaron 37 explotaciones, un 42,85% de la superficie cultivada. Los resultados fueron muy elocuentes: en el 100% de los campos se pre-

sentó *P. parasitica* estando incluida una plantación nueva para el cultivo de tomate "cherry". En el 42% de los umbráculos se encontró presencia de *Meloidogyne incognita* (identificación del Profesor Bello Pérez, C.S.I.C. Madrid).

Los síntomas observados en las plantas para los casos de *P. parasitica*, como se indicó anteriormente, coincidían con una podredumbre del pie de la planta (cuello, base del tallo y raíces) de color marrón, que originaba un marchitamiento irreversible. Esta patología tenía una expresión muy importante durante los quince o veinte días posteriores al transplante (Figura 2); sin embargo podía extenderse a lo largo de todo el cultivo, llegando a originar el 100% de mortalidad y consiguiente abandono del cultivo, como ocurrió en una de las explotaciones de la zona del Negratín (Figuras 3, 4 y 5). El manejo del agua de riego era determinante en la expresión de esta patología, tal y como TELLO (1984) comprobó para *P. capsici* en el cultivo del pimiento. El riego excesivo durante el transplante y el mantenimiento de



Figura 2: Podredumbre de la base del tallo en plantas de tomate tipo cherry (cv Jofefina)



Figura 3: Epinastia en plantas de tomate tipo cherry (cv Josefina) producidas por *P. parasitica* al comenzar la expresión de síntomas

los goteros muy próximos al pie de la planta agravaban considerablemente la expresión del patógeno: Así lo puso en evidencia ARELLANO MUÑOZ (2007) que consiguió reducir el número de plantas enfermas a menos del 8% con un ajustado manejo del agua en la zona de Los Bermejales.

En el caso de *V. dahliae* la sintomatología observada no provocaba una marchitez en verde de las plantas más o menos reversible como describió TELLO (1984) para los cultivos de Murcia. El síndrome se aproximaba al detallado para los tomates de Valencia por el mencionado autor: amarilleo del follaje desde la base a la copa, con necrosis en las foliolas y posterior secado. Endurecimientos de la base del tallo y emisión de esbozos radiculares. El xilema teñido de color marrón. No obstante, la micosis parecía detenerse con la llegada de los meses de

calor y no provocaba la muerte de las plantas. Esta expresión sintomática ocurría tanto para plantas sin injertar como para las injertadas sobre los patrones utilizados: Maxifort y Beaufort.

Para los tres patógenos más frecuentes encontrados, las dos micosis y el nematodo nodulador, se planteó una misma cuestión: ¿de dónde procedía el inóculo primario que originaba las enfermedades?. En este trabajo se presentan observaciones para *P. parasitica*, dado que era el problema que más alarmaba a los agricultores, y no sin razón.

#### Fuentes del inóculo primario de *P. parasitica*

##### Plantas procedentes de semilleros

Las muestras fueron recogidas de las bandejas que recibían los agricultores desde los semilleros. La variedades analizadas fueron



Figura 4: Fase final del marchitamiento irreversible causado por *P. parasitica* en pleno cultivo de tomate (cv Josefina).

Cuadro 2. Presencia de *P. parasitica* en cepellones de plantas de semilleros.

Zona	Nº de bandejas analizadas	Presencia de <i>P. parasitica</i>
Embalse de Los Bermejales	6	1 (*)
Embalse del Negratín	9	0

(\*) La muestra fue tomada de una bandeja alveolada que se había colocado en el suelo del abrigo de malla donde se iba a plantar.



Figura 5: Podredumbre en la base del tallo y cuello causado *P. parasitica* en tomate tipo cherry (cv. Josefina)

Naomi, Shiren, el patrón Beaufort y mayoritariamente Josefina.

Los resultados se presentan en el Cuadro 2.

El análisis se practicó siempre del sustrato del cepellón de las plantas, dado que éstas se presentaban asintomáticas. Parece que las plantas de los diferentes semilleros no fueron un vehículo del *P. parasitica*, puesto que en el único caso en el cual se aisló el hongo la contaminación pudo proceder del terreno de asiento.

Semillas

Se analizaron 5 lotes de semillas del cv Josefina. Para dos de los lotes se analizaron 227 semillas, para los tres restantes 122, 123 y 124 semillas respectivamente. Los resultados pusieron en evidencia que en ninguno de ellos se aisló *Phytophthora*.

Suelos de vega y aperos de labranza. Conservación de *P. parasitica* en muestras de suelo

El hecho, antes mencionado, de que al segundo año de plantación en los umbráculos la podredumbre de las raíces y del cuello de la planta presentase daños importantes en suelos que anteriormente habían sido secanos con vid, olivo o cereales, daba lugar a indagar sobre la procedencia del inóculo, máxime cuando el análisis de algunos de los suelos dedicados al secano no exteriorizaron analíticamente la presencia de *Phytophthora*. Un posibilidad a estudiar eran los suelos de las vegas que son, generalmente, zonas regables. Dado, además, que los aperos utilizados por los agricultores se utilizaban, indistintamente para las vegas tradicionalmente cultivadas y para las nuevas plantaciones, era plausible que si un suelo de vega estaba contaminado por *Phytophthora* el inóculo podría ser trasladado a los nuevos

campos con la tierra adherida al tractor y/o apero.

En el Cuadro 3 se señalan el número de muestras analizadas y sus localizaciones.

Los cultivos establecidos en las vegas eran tomate, olivo, pimiento y en algunos casos erial.

Se pone en evidencia cómo algunas vegas mostraron la presencia de *P. parasitica*, aunque pudo observarse la presencia muy puntual de *P. cryptogea* en las trampas.

¿Transportaban los aperos a *P. parasitica*?

Entre marzo y abril de 2004 se muestrearon ocho aperos. Del total, el suelo adherido a uno de ellos mostró la presencia de *P. parasitica*. Todos los aperos muestreados se situaron en los términos de Arenas del Rey y Jayena en la zona de Los Bermejales.

Todavía podría plantearse si *P. parasitica* fue introducida recientemente en los suelos de vega muestreados, cuando se inició el cultivo de tomate de manera regular, o podría haber sido introducido con anterioridad. O, incluso, podría ser un habitante habitual de dichos suelos.

Para intentar contestar a estos interrogantes, se planteó un estudio sobre 92 muestras de suelo recogidas en los predios evaluados desde 2003 hasta 2004. Las muestras fueron conservadas en el laboratorio en las bolsas de plástico, con su embocadura anudada, donde se introdujeron cuando se recogieron en el campo. Para ordenar los datos se ha preferido agrupar las muestras por año de recogida y se presentan en los Cuadros 4 y 5.

Los datos del Cuadro 4 sugieren (teniendo en cuenta que cuando se tomaron las muestras todas ellas presentaron *P. parasitica*) que, todavía a los 57 meses se aísla el hongo en una de las zonas. Una de esas muestras que conserva el hongo no estaba conformada por suelo, estaba constituida por

Cuadro 3. Presencia de *P. parasitica* en suelos de vega de Los Bermejales y del Negratín.

Zona de muestreo	Nº de vegas muestreadas	Nº de muestras de suelo analizado	Nº de vegas con presencia de <i>P. parasitica</i>
Embalse de Los Bermejales	18	18	2 (11,11%)
Embalse del Negratín	16	50	3 (18,75%)

Cuadro 4. Presencia de *P. parasitica* en muestras de suelos cultivados con tomate tipo "cherry" y conservadas en laboratorio. Muestreo del año 2003.

Zona de muestreo	Términos municipales	Nº de muestras analizadas	Tiempo de conservación (meses)		
			17	29	57
Embalse del Negratín	Cúllar, Zújar, Freila	11	4 (36,36%)(*)	2 (18,18%)	2 (18,18%)
Embalse de Los Bermejales	Fornes	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Albuñol	Albuñol	1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

(\*) Indica el número de muestras (y su porcentaje) que exteriorizaron el hongo.

Cuadro 5. Presencia de *P. parasitica* en muestras de suelos cultivados con tomate tipo "cherry" y conservadas en laboratorio. Muestreo del año 2004.

Zona de muestreo	Términos municipales	Nº de muestras analizadas	Tiempo de conservación (meses)		
			7	19	48
Embalse del Negratín	Cúllar, Zújar	9	2 (22,22%)(*)	1 (11,11%)	0 (0%)
Embalse de Los Bermejales	Jayena, Arenas del Rey	68	36 (52,94%)	21 (31,07%)	14 (20,58%)
Almería	Uleila del Campo	1	1 (100%)	1 (100%)	0 (0%)

(\*) Indica el número de muestras (y su porcentaje) que exteriorizaron el hongo en las trampas utilizadas.

perlita y se recogió en el único umbráculo donde se hacía el cultivo en sustrato fuera del suelo. Es evidente que en las dos zonas más intensamente muestreadas el patógeno se podría conservar en el suelo de un cultivo a otro. Todavía más, el hongo se conserva casi 5 años en el suelo mantenido en el laboratorio sin ningún tipo de manipulación

En el Cuadro 5 se resumen los resultados que conciernen a las muestras conservadas desde el año 2004.

Al igual que en el caso de las muestras recogidas en el año 2003, el hongo parece conservarse un tiempo suficiente para coleccionar que puede permanecer de un cultivo al siguiente en condiciones de ausencia de humedad (agua libre) y sin hospedador alguno que lo multiplique. Los datos pueden corroborar los presentados en el Cuadro 4 y sugieren que toda vez que *P. parasitica* se ha introducido en los suelos estudiados es capaz de mantenerse en ellos durante años pese a las, aparentemente, condiciones adversas para el hongo.

Cabe plantearse si, realmente, *P. parasitica* ha desaparecido de las muestras que no la

exteriorizan en las trampas, o bien la técnica es poco sensible y permite la expresión del hongo a partir de una determinada densidad de inóculo o a partir de un determinado tipo de propágulos (clamidosporas, oosporas). Es decir, sería necesario ajustar la repetibilidad de la técnica analítica (RODRÍGUEZ MOLINA, 1996).

#### Presencia de *Phytophthora* en el agua de riego

De un total de 576 muestras de agua analizadas con pétalos inmaduros de clavel, solo en 11 (1,90%) dieron presencia positiva de *Phytophthora*, dichas muestras se distribuyeron en dos balsas de Fornes (zona de los Bermejales) y 3 de Motril, lo que representa, sobre un total de 29 balsas muestreadas, el 17,24%.

## DISCUSIÓN

Los resultados presentados ponen en evidencia la importancia de dos micosis de origen edáfico o telúrico. Una que origina una enfermedad vascular, la verticiliosis; otra,

que produce la podredumbre del cuello y de las raíces de las plantas, causada por *P. parasitica*. Ambas generalizadas en las dos comarcas del interior de Granada y que no se expresan en los cultivos de las costas Granadina y Almeriense. Esta diferencia no parece estar en relación con las técnicas de cultivo que prácticamente son iguales a las de la costa. Más bien, parecen sugerir los resultados que tienen relación con el ambiente donde se desarrollan los cultivos. Si se exceptúan los trabajos realizados en España sobre *Phytophthora* en pimiento, no se ha hallado en lo publicado trabajos sobre tomate donde se dé información acerca de *P. parasitica* causando enfermedad con tanta extensión geográfica como la detallada en este artículo. ERWIN y RIBEIRO (1996), refieren a *P. parasitica* como causante de enfermedad en cultivos de tomate en numerosos países del mundo: Estados Unidos, Cuba, Ceylan, Holanda, Puerto Rico, Argentina, Sudáfrica, Canadá, China, Rhodesia, Malaysia, Venezuela, India, Tasmania, Irán, Japón y Alemania. Las descripciones de ERWIN y RIBEIRO insisten en la relación estrecha existente entre el exceso de agua en el suelo y la gravedad de la micosis, hecho que demostraron RISTATINO *et al.* (1988) y RISTATINO y DUNIWAY (1989) al comprobar cómo el ajuste del agua de riego, reduce la severidad de la enfermedad. En las observaciones realizadas durante los años de muestreo se pudo comprobar como la podredumbre del pie de la planta era extremadamente grave, hasta el 80% de marras en la plantación, en el momento del trasplante cuando se regaba en exceso. En plantaciones establecidas, cuando las plantas se marchitaban como consecuencia de la podredumbre de las raíces y del cuello, los agricultores regaban abundantemente. Las consecuencias llegaron en algún caso al 100% de plantas muertas antes de cosechar. Análogos efectos se producían cuando los agricultores situaban los goteros muy próximos al pie de la planta. Durante los años que ha durado la prospección se ha podido comprobar como el control del agua y el manejo del riego han per-

mitido disminuir la severidad de la micosis hasta el 92% de plantas sin síntomas, pese a estar el inóculo en el suelo de la parcela (ARELLANO, 2007).

Uno de los objetivos de este trabajo, dada la gravedad de la podredumbre de las raíces y de la base del tallo en la zona, era buscar las fuentes del inóculo de *P. parasitica*, con objeto de preparar un plan de actuación urgente allá donde el hongo pudiese conservarse. Este conocimiento era esencial para diseñar estrategias de control eficaces, como sugieren GRANKE y HAUSBECK (2008).

Los análisis sobre semillas de tomate usadas en la zona no permiten afirmar que ésta haya sido una vía de difusión de la enfermedad. Los resultados obtenidos en el análisis de plántulas procedentes de diferentes invernaderos parecen indicar que ésta tampoco ha sido una vía de difusión de la micosis, dado que en el único caso en el cual se aisló *Phytophthora* del sustrato de una bandeja alveolada procedente de semillero, había sido apoyada sobre el suelo del invernadero durante las faenas de trasplante. Estos datos no son concluyentes, puesto que el tamaño del muestreo puede considerarse insuficiente. Sin embargo, sí son orientativos para aquellos casos, nada infrecuentes, de pleitos entre agricultores, semilleros y distribuidores de semillas sobre la contaminación del material vegetal de plantación. Estas vías de entrada de la micosis aparecían como una posibilidad real, teniendo en cuenta que las zonas prospectadas habían sido, hasta la introducción del cultivo del tomate, zonas de secano o a lo sumo de regadío en zonas limitadas a las vegas donde el cultivo del olivo era frecuente. Por lo tanto y a tenor de los resultados se plantearon otras posibles fuentes de inóculo: el agua de riego, los suelos de las vegas y los aperos de labranza.

Sobre la presencia de especies de *Phytophthora* en el agua de riego existe abundante bibliografía de la que se hacen eco ERWIN y RIBEIRO (1996). El riego es uno de los temas recurrentes en el control de *Phytophthora*, como lo ponen de manifiesto GRANKE y HAUSBECK (2008) para *P. capsici*,

HONG *et al.* (2008) para *P. irrigata* y *P. hydropatica*, HONG *et al.* (2008) y THEMAN *et al.* (2002) para *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. dreschleri*, *P. irrigata*, *P. megasperma*, *P. nicotianae* y *P. tropicalis*. Este número breve de referencias evidencia el interés de los autores en sanear las aguas utilizadas para regar. En los resultados que se presentan, se muestrearon 29 balsas de las cuales el 17,24% presentaron *Phytophthora*, aunque no se determinaron las especies. Sin embargo, y pese a las limitaciones del muestreo, los resultados sugieren que el agua de riego podría ser una vía de entrada del hongo en las nuevas plantaciones de tomate.

Otra fuente de inóculo explorada fue la presencia de *Phytophthora* en los suelos de vega y su posible traslado a las nuevas plantaciones mediante los aperos de labranza. Un total de 34 suelos de vega fueron analizados (Cuadro 3). De ellos un 11,11% presentaron *P. parasitica* en la zona de los Bermejales y un 18,75% en el entorno del Negratín. El pequeño muestro realizado sobre la tierra adherida a los aperos de labranza (8 en total), puso en evidencia que uno de ellos presentó *P. parasitica*. Pese a las limitaciones del muestreo, los resultados sugieren que el inóculo del patógeno pudo llegar desde las vegas tradicionales hasta las nuevas plantaciones en terrenos incultos o cultivados con especies de secano (vid, olivo, cereal, principalmente).

Estos últimos resultados sobre los suelos incitan varias preguntas, de entre ellas dos podrían destacarse: ¿Cuánto tiempo puede permanecer *P. parasitica* en los suelos de las zonas muestreadas? ¿Estaba el hongo en la zona cuando se introdujo el cultivo?. La proyección práctica de la primera cuestión radica en la posibilidad de establecer rotaciones culturales en el control. La segunda reflexión permitiría establecer muestreos previos en otras zonas del interior de las provincias de Granada y Almería antes de proceder a establecer las plantaciones, en expansión en la actualidad.

ERWIN y RIBEIRO (1996) realizaron una extensa revisión sobre la conservación de diferentes especies de *Phytophthora* en el

suelo, y pusieron especial énfasis en dilucidar qué tipo de propágulos del hongo podían ser los responsables de una mayor o menor permanencia. Así, para *P. parasitica*, reportan periodos de conservación de 6 años para las oosporas cuando el suelo está estéril y de 4 años para suelos no esterilizados. Las clamidosporas son responsables de los mismos periodos y situación que los descritos para los órganos sexuales. El mayor inconveniente en este tipo de evaluaciones reside siempre en la metodología analítica utilizada. Este hecho ha sido contemplado en este trabajo, tratando de ajustar la repetibilidad de la técnica con trampas vegetales utilizadas RODRÍGUEZ MOLINA (1996). El ajuste revela que los resultados obtenidos pueden estar minusvalorados con respecto a la realidad. Estudios realizados contemporáneamente a los análisis de suelo presentados en este trabajo, demuestran que hubiese sido necesario realizar más repeticiones analíticas separadas en el tiempo para obtener resultados analíticos más reproducibles (TELLO, datos no publicados). En cualquier caso, y teniendo en cuenta que las muestras no habían sido desinfectadas, los resultados ponen en evidencia que el 18,18% de las recogidas en el Negratín conservaron el hongo durante casi 5 años y el 20,58% de las muestras procedentes del entorno de los Bermejales, durante 4 años. Quizás la forma de conservación del hongo haya sido como clamidosporas, sin excluir a las oosporas. El estudio de numerosos aislados de ambas zonas permite afirmar la presencia de clamidosporas y el heterotalismo de *P. parasitica* posibilita aislar en el mismo invernadero los tipos de compatibilidad A1 y A2 (TELLO, datos no publicados). Por lo tanto parece difícil recomendar rotaciones culturales, soportables económicamente, como procedimiento de control. El periodo de permanencia en el suelo puede ser mucho más largo si se atiende a los resultados presentados por FRENCH-MONAR (2006) para *P. capsici*, que aisla el hongo de plantas arvenses como *Geranium carolinianum*, *Portulaca oleracea*, *Solanum americanum* y demuestra como el hongo

causa la muerte de plantas de *Solanum nigrum* (TAMIETTI y VALENTINO, 2001). Esta larga conservación, la presencia del hongo en las aguas de riego así como en los suelos de vega, parecen sugerir que *P. parasitica*

estaba ya en la zona y ha bastado con la extensión de los cultivos de tomate para que el patógeno se haya manifestado ocasionando enfermedad, interviniendo en ello los aperos de labranza que se utilizan.

#### ABSTRACT

CARA, M. DE, I. PEREGRINA, J. A. ARELLANO, J. BENAVIDES, M. BUENO, A. MARTÍNEZ, J. M. GÓMEZ, Y. SERRANO, M. L. GUIRADO, J. M. RODRÍGUEZ, M. SANTOS, F. DIÁNEZ, J. C. TELLO. 2009. Pathogens associated to Wilt of tomato "cherry" type in the province of Granada (Spain). Particular study of inoculum sources of *Phytophthora parasitica* crown and root rot causal agent. *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 283-296.

The present work shows results from a survey on tomato "cherry" crops in the province of Granada, from July 2003 to July 2008. *Phytophthora parasitica* was present in all four areas surveyed (Los Bermejales, El Negratín, Motril and Albuñol), reaching 62%, 65%, 10% and 20% positive samples respectively. 100% of plants were died by the oomycete before harvest in some farm. *Verticillium dahliae* was present in continental areas, but not in coastal, being found in 29% of farms in El Negratín and 15% of farms in Los Bermejales. A new sampling for this pathogen in El Negratín made evident the presence of *Verticillium* wilted plants in 90,74% of farms four years later. Due to the severity of the root and crown rot disease, a study about the *P. parasitica* inoculum sources was achieved. Seeds and plantlets of tomato from nurseries didn't carry the oomycete. However *Phytophthora* was found in 17,24% of irrigation tanks, and *P. parasitica* was present in 11,11% of soils from "vegas" in Los Bermejales and 18,75% in El Negratín. This fact was also related with the presence of the pathogen on farm tools. Finally, a study about the preservation of *P. parasitica* in the soil samples, showed that the oomycete can be preserved for 4 years in 20,58% of samples and for 57 months in 18,18%.

**Keywords:** *Meloidogyne*, preservation in soil, *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

#### REFERENCIAS

- ARELLANO MUÑOZ J.A. 2007 Control no químico de la podredumbre del pie del tomate tipo "cherry", causada por *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* en cultivos de verano en la zona de Vega de Armas (Granada). Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.
- BERENGUER J.J., ESCOBAR I., CUARTERO J. 2001 Cultivation of cherry tomatoes in Spain. In: Técnicas de Producción en cultivos protegidos. Ed: Instituto Cajamar. Almería.
- ERWIN D.C., RIBEIRO O.K. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. APS press. St. Paul, Minnesota. USA. 562 pp.
- FRENCH-MONAR R.D. 2006. Characterization of *Phytophthora capsici* associated with roots of weeds on Florida vegetable farms. *Plant Dis.*, **90**: 345-350
- GRANKE L.L., HAUSBECK M. 2008. Epidemiology of *Phytophthora capsici* in water. *Phytopathology*, **98**: S61
- HONG C., GALLEGLY M., RICHARDSON P., KONG P., MOORMAN G., LEA-COX J., ROSS D. 2008. *Phytophthora irrigata* and *Phytophthora hydroatica*, two new species from irrigation water and ornamental plant nurseries. *Phytopathology*, **98**: S68
- KONG P., MOORMAN G., LEA-COX J., ROSS D., UMESHA S., RICHARDSON P., HONG C. 2008. Zoospore responses to environmental pH of seven *Phytophthora* species commonly isolated from irrigation reservoirs at ornamental plant nurseries. *Phytopathology*, **98**: S84
- MARÍN J.P. 1996. Principios generales de epidemiología y control de las micosis. In: Patología Vegetal (tomo II). Ed: G. Llácer, M.M. LÓPEZ, A. TRAPERO, A. BELLO. Ed: Phytoma-España S.L. Valencia. 771-804
- RISTATINO J.B., DUNIWAY J.M., MAROIS J.J. 1988. Influence of frequency and duration of furrow irrigation on the development of *Phytophthora* root rot and yield in processing. *Phytopathology*, **78**: 1701-1706
- RISTATINO J.B., DUNIWAY J.M. 1989. Effect of preinoculation, and post-inoculation water stress on the severity of *Phytophthora* root rot in processing tomatoes. *Plant Dis.*, **73**: 349-352.
- RODRÍGUEZ MOLINA M.C. 1996. Ensayo de caracterización de suelos agrícolas y forestales de Extremadura, tomando como indicadores a *Fusarium* Link y *Pythium* Pringsheim: la representatividad del mues-

- treo. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 209 pp
- TAMIETTI G., VALENTINO D. 2001. Physiological characterization of a population of *Phytophthora capsici* Leon. from northern Italy. *J. Plant Pathol.*, **83**: 199-205
- TELLO J.C. 1984. Enfermedades criptogámicas en hortalizas. Comunicaciones INIA. *Serie Protección Vegetal*, n° **22**: 342 pp.
- TELLO J.C., PÉREZ M.A. 1979. Presencia en las isla de Tenerife de las razas fisiológicas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *XOBA (Revista de Agricultura)*, **2**: 197-2004
- TELLO MARQUINA J.C. Y LACASA PLASENCIA A. 1990. *Fusarium oxysporum* en los cultivos intensivos del litoral mediterráneo de España. Fases parasitaria (Fusariosis vasculares del tomate y del clavel) y no parasitaria. *Boletín de Sanidad Vegetal*, n° **19**: (fuera de serie). 190 pp.
- TELLO J., LACASA A. 2004. Las enfermedades de origen edáfico y su control en los pimentonales del Campo de Cartagena. Una interpretación retrospectiva del sexenio 1979-1985. *Phytoma-España*, **157**: 17-26.
- THEMAN K., WERRES S., DIENER H.A., LUTTMANN R. 2002. Epidemiology of *Phytophthora* spp. in water recycling systems of commercial nurseries. *Eur. J. Plant Pathol.*, **108**: (4), 337-343

(Recepción: 2 diciembre 2008)

(Aceptación: 28 mayo 2008)