

Las graves alteraciones de melonares y sandiares *

M. LOBO RUANO

Se estudia la sintomatología de las alteraciones que desde hace más de quince años se vienen produciendo en los melonares y sandiares del litoral mediterráneo y en la meseta central de España.

En los ensayos de campo y en las observaciones de plantaciones comerciales realizadas al objeto de esclarecer la influencia ambiental (tipo de cultivo, clima, suelo, pretratamientos) y el efecto de las variedades en la incidencia de las alteraciones, se han aislado dos hongos del suelo: *Monosporascus cannonballus* y *Macrophomina phaseolina*. El primero se detecta por primera vez en España, y al segundo, hongo sumamente polífago, nunca se le relacionó con las alteraciones graves en los estudios realizados en nuestro país anteriormente.

Monosporascus cannonballus es un ascomiceto descubierto en 1970 en Arizona (USA) y clasificado en 1974, y que posteriormente, en 1978, se le ha detectado en Japón. El primer aislamiento se llevó a cabo en plantas de melón que sufrían podredumbres de raíz, y en Japón en cultivos de melón que se colapsaron antes de madurar sus frutos.

Macrophomina phaseolina es la fase picnódica de *Rhizoctonia bataticola*, hongo detectado en nuestro país en varias especies vegetales, pero hasta ahora no se le ha considerado patógeno de melonares y sandiares.

Se analizan las posibles causas que influyen en la gradación de síntomas observados en plantas infectadas por uno o ambos hongos: disponibilidades de agua en el suelo, sistemas de forzado para adelantar las cosechas y, por último, un posible antagonismo.

M. LOBO RUANO. Dr. Ingeniero Agrónomo. Valencia.

Palabras clave: melón, sandía, colapso, muerte súbita, amarilleo y declinar de las plantaciones, *Monosporascus cannonballus*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia bataticola*.

INTRODUCCION

Desde hace muchos años se vienen observando en las plantaciones de melón y sandía graves alteraciones que son la causa de la constante reducción de estos cultivos en el litoral mediterráneo.

Las siembras de las variedades autóctonas de melón —Piel de Sapo, Rochet y Tendra— y la sandía Sugar Baby se han visto obligadas a ceñirse a terrenos muy húmedos —marjales— o a las nuevas transformaciones, ya que cualquier plantación que se haga fuera de éstos está prácticamente condenada al fracaso.

Lógicamente se han buscado soluciones a este grave problema, y aunque no lo han

* Trabajo galardonado con el "Premio Jorge Pastor, 1990".

resuelto sí que lo han paliado ostensiblemente. Así las variedades híbridas, mucho más resistentes a estas alteraciones, no sólo han ocupado la práctica totalidad de la superficie bajo invernadero sino que también están desplazando a las variedades españolas en los cultivos al aire libre del litoral. Hoy día una proporción no despreciable de los melones Piel de Sapo que se producen en esta zona pertenecen a híbridos, que si bien han resuelto el problema desde el punto de vista productivo, evidentemente importantísimo, distan de haberlo hecho desde el culinario, pues sus propiedades organolépticas son muy inferiores a las de las variedades originarias.

En sandía se ha buscado, además, otra solución consistente en cultivarla injertada sobre calabaza, pues su sistema radicular se tiene por resistente a las alteraciones a que nos referimos, si bien con los inconvenientes de encarecer el material de reproducción y disminuir la calidad de la fruta al tomar cierto sabor a calabaza.

En ambos casos, melón y sandía, cabe la fumigación del terreno, práctica habitual en las zonas de cultivos hortícolas intensivos aunque de costo elevado. Suele ser práctica normal implantar sandía Sugar Baby inmediatamente después del tratamiento con bromuro de metilo, pues los melones quedan ahuecados y con sabor nada apetecible.

A pesar de estas soluciones la reducción de superficie continúa imparable. En dos publicaciones recientes se cuantifica esta reducción en las Comunidades Murciana y Valenciana (6 y 16). Para la primera se manifiesta que la superficie dedicada al melón ha pasado de 7.800 Ha. en 1987 a 5.500 Ha. en 1989 debido a la brusca caída de los rendimientos en los últimos años, y para la región valenciana se afirma que el melón tiende a disminuir en la mayoría de las comarcas debido al colapso o muerte súbita, habiendo pasado en Alicante de 1.500 a 750 Ha., en Valencia ha bajado en menor proporción y únicamente Castellón ha aumentado de las 900 a las 1.300 Ha. actuales. Conviene puntualizar que el incremento de superficie en Castellón se ha producido en

terrenos de marjal, es decir, que permanecen inundados durante todo el invierno, y en zonas donde el nivel freático se mantiene muy elevado todo el año.

LAS GRAVES ALTERACIONES: SINTOMAS Y CAUSAS APUNTADAS

Por graves alteraciones entendemos el marchitamiento y muerte súbita de numerosas plantas en melonares y sandiares de forma más o menos rápida, y ocurriendo en el momento de máximo engorde o de maduración de los primeros frutos.

En la bibliografía consultada la descripción de sus síntomas varía ligeramente de unos trabajos a otros, aunque en líneas generales se ajustan a los que se refieren al colapso o muerte súbita del melón (4 y 7), que extractamos a continuación:

- 1.º Las hojas de la base de las plantas, que hasta el momento vegetaban con normalidad, empiezan a mostrar síntomas de clorosis.
- 2.º Las hojas cloróticas se necrosan.
- 3.º La planta entera se marchita con síntomas de flaccidez.
- 4.º A los pocos días las hojas toman aspecto atabacado y a continuación la planta completa se seca totalmente.

Tal sintomatología corresponde a estudios realizados en la región valenciana, pues las versiones correspondientes a los cultivos almerienses (9) tienen variaciones que conviene hacer constar:

- a) Al mismo tiempo que ocurre el amarilleamiento de las hojas basales se observa exudación gomosa que posteriormente se recubre de fieltro blanco de micelio.
- b) El marchitamiento de las hojas evoluciona de la base al ápice y el tallo no presenta ningún síntoma, aunque el final es siempre la muerte de la planta.

Puesto que las alteraciones se vienen observando desde hace unos veinte años, las investigaciones realizadas para dilucidar su origen han sido múltiples y con distintos re-

sultados, por lo que nosotros sólo aludiremos a los que, en nuestra opinión, constituyeron fases más o menos significativas en la evolución de tales estudios.

En un principio se pensó que, al igual que habían diagnosticado otros países para síntomas similares, podría tratarse de *fusariosis vascular*. Hipótesis de uso generalizado y que se mantuvo durante años, pero que el Departamento de Protección Vegetal del INIA en Madrid, después de laboriosos estudios (23 y 24), se encargó de demostrar que era incorrecta, señalando en sus conclusiones que «si las traqueomicosis de la sandía son un grave problema fitosanitario, tanto que pueden limitar el cultivo en determinadas zonas, no es tal el caso para el melón. El conjunto de síntomas que acompaña a la muerte masiva de plantas de melón no ha tenido réplica en ninguna de las experiencias de inoculación con hongos de los géneros *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia*». A pesar de tan explícito dictamen, correspondiente a enero de 1986, en numerosos artículos de divulgación que aparecen en las revistas agrarias todavía se atribuyen las alteraciones a la *fusariosis vascular*.

Posteriormente, en 1988, un equipo investigador del IVIA valenciano, discrepando del anterior diagnóstico, daba al hongo *Rhizoctonia solani* como causante del colapso del melón en la Comunidad Valenciana (4). En 1989 el Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia señalaba a *Acremonium sp.* como agente causal del colapso del melón en el Levante español (7).

En resumen, los fitopatólogos distan de estar de acuerdo sobre la causa del problema.

Señalemos, por último, que en una reciente publicación (15) aparece descrito un ascomiceto del que se afirma que está asociado con la muerte súbita. Por las características que se dan pensamos puede tratarse de un hongo del género *Monosporascus* y puesto que sabemos que dichos trabajos no serán ampliados decidimos comprobar los resultados logrados y de confirmarse la presencia de un nuevo hongo en España te-

níamos intención de estudiar su comportamiento.

El resultado de nuestros trabajos se expone a continuación.

OBJETIVOS Y METODOLOGIA

El primer propósito de este trabajo era comprobar si, efectivamente, el nuevo ascomiceto se detectaba de forma sistemática en las plantaciones donde se observasen las graves alteraciones a que en todo momento nos referimos.

Además, caso de detectarse el hongo en cuestión, teníamos la intención de clasificarlo y aislarlo en medio de cultivo.

Por último, pretendíamos conocer con cierto detalle las relaciones entre la planta huésped y el posible parásito.

Tales eran, en principio, los objetivos que nos marcamos y para lograrlos nos dispusimos a observar el desarrollo de múltiples cultivos del litoral mediterráneo a lo largo del año 1990, y a instalar una serie de ensayos donde estudiaríamos con mayor detalle esas cuestiones.

En estudios de este tipo el método que normalmente se sigue consiste en efectuar aislamientos periódicos en medios de cultivo, a partir de tallos o raíces de plantas huéspedes, para detectar los posibles hongos presentes. En nuestro caso decidimos adoptar la vía de observar raíces y tallos con medios ópticos, y sólo de forma auxiliar pensábamos hacer uso de siembras en medios de cultivo.

DETECCION Y CLASIFICACION DEL HONGO PRODUCTOR DE PERITECAS

Detección del hongo: Almería

Plantaciones

A mediados de mayo del año en curso nos desplazamos a El Ejido para comprobar el estado de las plantaciones bajo invernadero y debido al gran espaciamiento de las siembras en esta campaña tuvimos la



Fig. 1.—Cultivo de melón Rochet afectado de muerte súbita en Alboraya (Valencia).

oportunidad de ver cultivos de melón y sandía en muy distintas fases de desarrollo.

En las plantaciones de melón nos llamó poderosamente la atención el extraordinario colorido de su follaje con tonos muy diversos de marrón, amarillo y verde, aunque dominando sobre el conjunto la gama de amarillos. Este hecho contrastaba de forma evidente con la adustez del color de las plantaciones de la huerta valenciana afectadas de colapso-muerte súbita.

En las plantaciones más adelantadas comprobamos que las hojas de la base estaban deshidratadas y atabacadas, las correspondientes a la zona media de los brazos más o menos marchitas, y las apicales en estado de vegetación prácticamente normal al igual que los tallos. Evidentemente, los síntomas comprobados coincidían prácticamente con la descripción que suele darse, y que hemos recogido, para las graves alteraciones en la provincia de Almería y que incorrectamente se atribuye a una *fusariosis vascular*.

Muestreo

Tomamos el sistema radicular de una serie de plantas que presentaban los síntomas correspondientes a las alteraciones graves en estado más o menos avanzado:

Parcela 1-1: El Ejido. Melón tipo amarillo oro. Tres muestras.

Parcela 1-2: El Ejido. Sandía Sugar Baby. Tres muestras.

Parcela 2: El Ejido. Melón Galicum. Dos muestras.

Parcela 3: El Ejido. Melón Galia. Siembra de melón por primera vez en el invernadero. Una muestra.

Parcela 4: El Ejido. Melón Galia injertado sobre calabaza. Una muestra.

Evidentemente nos extrañó sobremanera que se presentase la sintomatología que estábamos estudiando en una plantación donde anteriormente no se había plantado melón, así como en otra donde el melón iba injertado sobre calabaza, por lo que dudamos



Fig. 2.—Cultivo de sandía entre naranjos en Moncada (Valencia). Las tres tablas de la derecha, sin bromurar, con alteración grave.

que los síntomas tuviesen algo que ver con los del colapso-muerte súbita del melón.

no desdeñable, y que más adelante volveremos a tratar.

Observaciones en laboratorio. Detección del hongo

Una vez lavadas con agua las raíces, se observaron con binocular, obteniéndose los siguientes resultados:

Parcelas 1-1 y 1-2: *las cinco invadidas de peritecas del hongo que buscábamos.*

Parcelas 2, 3 y 4: *sin peritecas.*

Estos resultados eran en aquellos momentos difíciles de explicar: plantas con una misma sintomatología y que sólo en dos de las parcelas se encontrasen las peritecas del hongo posible causante de la alteración. No obstante, con la detección del hongo se cumplía nuestro primer objetivo.

El hecho de que sobre raíces de calabaza se diesen los síntomas constituía una pista

Descripción y clasificación del hongo detectado

Aunque fue en las raíces tomadas en Almería donde detectamos el hongo, las características que damos a continuación son consecuencia de las observaciones efectuadas sobre la totalidad de las raíces infectadas y estudiadas durante el desarrollo del trabajo.

La presencia del hongo en las raíces se manifiesta mediante peritecas casi transparentes cuando son inmaduras y muy oscuras al alcanzar la madurez. Son de contorno circular, al principio se localizan en las raíces más delgadas y posteriormente se extienden a todo el sistema radicular alcanzando incluso el cuello de la planta y, en determinados casos, lo sobrepasan. El número

ro de peritecas por centímetro de raíz superan los 100 en muchos casos.

Es fácil observar que de bastantes peritecas sale un glomérulo mucilaginoso (Fig. 7b) que contiene las ascosporas que son de color negro azabache, brillantes y perfectamente esféricas, en número próximo a 100 por periteca (Fig. 7a).

Las peritecas se encuentran situadas en la zona que corresponde al córtex de la raíz, atravesando la epidermis únicamente el cuello corto con el ostiolo por donde vierte la masa mucilaginosa comentada (Fig. 7b).

En las raíces muy afectadas el tejido correspondiente al córtex desaparece quedando en contacto epidermis y endodermis, y entre ambas sólo las peritecas.

Otras características del hongo son:

— Periteca: globosa, membranosa, casi transparente, con anillo periapical bien definido, glabra. Diámetro entre 250-450 micras (Fig. 7d).

— Pared de la periteca: casi transparente y viéndose a su través las ascosporas negras (Fig. 7d).

— Ostiolo: poco protuberante y delimitado por un oscuro anillo periapical (Fig. 7d).

— Ascosporas: unicelulares, globosas, de color negro azabache, brillantes. Diámetro entre (28)-35-40-(43) micras. Suele haber una pequeña proporción de ascosporas inmaduras color marrón más o menos claro (Fig. 7a).

Con las características antes señaladas puede deducirse que se trata de un hongo del género *Monosporascus*.

Género *Monosporascus*

La primera referencia a este género data de 1970, año en que estudiándose en Arizona (USA) diversos tipos de prodredumbres observadas en raíces de melón Cantaloupe cultivados en invernadero se comprobó que, dependiendo del cultivo precedente, las podredumbres eran causadas por *Rhizoctonia solani*, por *Verticillium albo-*

trum y por un hongo sin identificar que se caracterizaba por producir en las raíces secundarias unos corpúsculos negros, redondeados, pequeños y diseminados (26).

Hasta 1974 no se clasificó el hongo descubierto, dando lugar a un nuevo género —*Monosporascus*— y recibiendo la nueva especie la denominación de *Monosporascus cannonballus* Pollack y Uecker (17 y 27).

Posteriormente se han incluido en él otras dos especies, *M. eutypoides* (Petraik) v. Arx y *M. monosporus* (Malloch y Cain) v. Arx, que antes figuraron en los géneros *Bitrimonospora* y *Anixiella*, respectivamente.

Estos tres hongos constituyen actualmente el género *Monosporascus* y se les han aislado en los huéspedes que a continuación se señalan y en los países y años que se citan.

M. cannonballus: raíces de melón Cantaloupe (Arizona USA, 1970); raíces de melón en plantas que se marchitaron antes de madurar sus frutos (Japón, 1978) (28).

M. eutypoides: en tallos de *Achyranthes aspera* (India, 1974) (22); en la base de tallos ennegrecidos de trigo (Libia, 1977) (10); en raíces de melón en plantas afectadas de colapso (Israel, 1982) (18); en raíces de sandía en plantas colapsadas antes de madurar sus frutos (Israel, 1984) (14).

M. monosporus: en rizomas de *Iris* sp. (Irán, 1970).

Tanto en Japón como en Israel se ha demostrado el carácter patógeno de las especies señaladas en primer y segundo lugar, siendo causantes de colapsos o marchitamientos de las plantas de melón antes de madurar los frutos, por lo que se consideran patógenos de la mayor importancia.

Como se puede deducir, los hongos *Monosporascus* están adaptados a zonas muy cálidas, por lo que se califican de termófilos. Ello guarda evidente paralelismo con el hecho de que los mayores daños causados por la muerte súbita en nuestro país se den en cultivos de melón de primavera-verano en el litoral mediterráneo, y con sistemas de forzado que aumentan la temperatura del suelo.



Fig. 3.—Ensayo III: variedades de melón y sandía en terreno fumigado. Tabla del centro, Piel de Sapo, a la izquierda sandías Sugar Belle y Sugar Baby, y a la derecha melones Galia y Honey Dew.

Las tres especies de *Monosporascus*, cuyos estados imperfectos se desconocen, se distinguen entre sí por diferencias halladas en:

— Forma de la periteca, estructura de su pared y modo de apertura para liberar las ascosporas (existencia o no de ostiolo).

— Número de ascosporas que contienen las ascas.

— Forma y tamaño de los parafisos.

— Tamaño y estructura de las ascosporas y número de poros germinales.

Durante la realización de este estudio se han visto al microscopio numerosas preparaciones hechas a partir de peritecas inmaduras para así observar las ascosporas antes de que desaparezcan las ascas que son evanescentes, y siempre con el mismo re-



Fig. 4.—Ensayos I, II y V recién instalados. En primer plano dos macetas del ensayo V. Fila de la izquierda melón Piel de Sapo, y a la derecha sandía Sugar Baby.



a) Planta de melón Piel de Sapo antes de producirse el colapso. Obsérvense hojas secas en la base.



b) La misma planta recién colapsada. Entre ambas fotografías han transcurrido dos días.

Fig. 5.—Ensayo I.

sultado: *las ascas sólo contienen una ascospora.*

Con ello se confirma que el hongo clasificado por nosotros es *M. cannonballus*, el cual no se había identificado hasta ahora en España, y que por analogía a lo que ocurre en otros países debe comportarse como patógeno importante en el cultivo del melón, tratándose quizá del causante de colapsos y marchitamientos en melonares y sandiares.

Aislamiento en medio de cultivo

Desde muy pronto intentamos hacer germinar las ascosporas en un medio de cultivo para comprobar el número de poros germinales, que tienen valor taxonómico, y al mismo tiempo observar el desarrollo del hongo en medio artificial.

Puesto que los intentos al respecto sobre PDA no dieron resultados, empleamos

otros medios que se citaban en la bibliografía.

Así, usamos PSA (sacarosa en lugar de dextrosa), MY (1 % extracto de malta, 0,4 % extracto de levadura y 0,4 % dextrosa), MY/4, Czapek, Sabouraud (SAB) y SAB con cloranfenicol, entre otros. Algunos de esos medios se emplearon tanto en forma sólida como líquida.

Se ensayaron distintas condiciones de temperatura y luz pero las esporas se resistían a germinar, por lo que que probamos romper la posible latencia con tratamientos térmicos. Puesto que tampoco así germinaban, desistimos de continuar esta línea del trabajo.

No obstante, lo anterior coincidía con lo que había ocurrido cuando se detectó por vez primera este hongo en Arizona en 1970, pues los investigadores que lo clasificaron en 1974, Polak and Uecker, ponían de manifiesto que las ascosporas todavía no las

habían logrado hacer germinar (17), es decir, transcurridos cuatro años.

Asimismo, la otra referencia que disponemos sobre el aislamiento de este hongo corresponde a Japón, donde se localizó en 1979, y su autor señala que las ascosporas o no germinan o lo hacen en proporción muy baja, inferior al 3,4 % sobre PDA o agar-agua. En nuestro caso esto último no ha ocurrido.

Por tanto nos vimos obligados a utilizar otro método para obtener el hongo en medio de cultivo, consistente en colocar sobre SABC peritecas inmaduras para que el micelio de sus paredes se desarrollase en el medio, lo que efectivamente ocurrió sin más que dejar las cajas Petri sobre la bandada del laboratorio. A continuación repicamos a PDA, MY/4, SAB y SABC. Esta vez las cajas Petris se colocaron inmediatamente después de repicar en cámara de cultivo a 20 °C y con luz natural durante una semana, y a continuación se pusieron en la oscuridad y temperatura ambiente del laboratorio.

A los dieciocho días del repicado comprobamos la presencia abundante de peritecas en los medios MY/4 y SAB. En los otros dos —PDA y SABC— no se llegaron a formar peritecas ni en este caso ni en los que después intentamos. Sólo en dos ocasiones observamos que sobre PDA aparecían una especie de fructificaciones que podrían ser peritecas, pero que abortaban antes de alcanzar forma y tamaño.

Tal vez este hecho explique, al menos en parte, el que no se haya aislado con anterioridad este hongo, ya que PDA suele ser el medio que normalmente se utiliza en los laboratorios de fitopatología.

El desarrollo y color del micelio, al principio blanco y después se forma blanco grisáceo con tonos marrones puede comprobarse en la Figura 7c). El micelio no sale prácticamente a la superficie del medio de cultivo y las peritecas no se forman en esta superficie sino dentro del medio y en la parte del fondo.

En la Figura 7c) pueden verse unos puntos marrones que son peritecas maduras y

con ascosporas en su interior en distintas fases de desarrollo, y en la Figura 7d) se ven peritecas, todavía con su interior inmaduro, de ahí su color blanco, en las que destacan los negros anillos periapicales. Posteriormente, al madurar las ascosporas, se tornan marrones oscuras y negras.

El vaciado de las ascosporas en el medio de cultivo lo hemos podido observar con atención y se ajusta a lo que dijimos sobre la formación de un glomérulo mucilaginoso.

ENSAYOS PLANTEADOS

Con el fin de obtener la mayor información posible sobre las relaciones huésped-parásito, planteamos una serie de ensayos: al aire libre, en contenedores, en terreno fumigado, en invernadero y al aire libre en microtúnel.

El método seguido fue muy similar en todos ellos, consistiendo en observar con atención el desarrollo del ciclo vegetativo y comprobar, con la ayuda de medios ópticos, el estado sanitario de las raíces.

Lógicamente cada uno de los ensayos tenía sus propios objetivos pero dada la estrecha relación entre ellos fue posible interpretar resultados que sin tal posibilidad de contraste no hubiesen sido fáciles de entender.

ENSAYO I: melón piel de sapo al aire libre (Fig. 4)

Se tenía constancia que en la parcela donde se ubicó este ensayo se producía la muerte súbita.

Características del ensayo:

Localización: Huerta Norte (Valencia).

Tipo de cultivo: riego por surcos. Acolchado con plástico negro.

Siembra del semillero: 2 de abril de 1990. Semilla desinfectada.

Sustrato semillero: turba enriquecida; esterilizada en autoclave.

Varietal: Piel de Sapo.

Número de plantas: 60.

Fechas de trasplante: 50 plantas el 25 de abril; 10 plantas el 15 de mayo.

Tipo de suelo: franco-arenoso; materia orgánica, 1,20 %; carbonatos totales, 27,00 %; caliza activa, 8,50 %, y pH = 7,75.

Marco de plantación: 2,00 × 0,70.

Objetivos del ensayo:

1.º Seguir la evolución del colapso-muerte súbita.

2.º Observar la sintomatología de esta alteración.

3.º Comprobar la presencia de *M. cannonballus* en las raíces.

4.º Estudiar la influencia de la fecha de trasplante en la alteración.

5.º Verificar la influencia del número de frutos en la muerte súbita, para lo cual al 20 % de las plantas se les quitaron las flores o frutos recién cuajados.

Evolución colapso-muerte súbita.

Sintomatología

El 20 de junio se observan los tres primeros colapsos, y al mismo tiempo se comprueba que la casi totalidad de las plantas tienen la hoja más próxima a la base marchita y atabacada. En tres plantas el número de hojas marchitas es muy superior, progresando desde la base hacia el ápice, las hojas intermedias tienden a plegarse hacia arriba con los márgenes necrosados, y las apicales aparecen prácticamente normales.

Diez días después, 30 de junio, se advierte que el 30 % de las plantas se encuentran como las que acabamos de describir y el 70 % restante, con independencia de 6 colapsadas y 4 muertas (colapso-muerte súbita) con las hojas de la base secas y las demás normales.

El 10 de julio, el colapso-muerte súbita

había afectado a las diez plantas del segundo trasplante, mucho más jóvenes que las otras 50, y con la mayoría de los frutos recién cuajados o de reducido desarrollo.

El estado de las restantes plantas del ensayo era: 4 colapsadas, 19 colapso-muertes súbitas, 9 muertas precedidas de síntomas atípicos; de las 15 plantas que continúan vivas 5 no tienen fruto, 5 tienen uno, 3 dos y 1 tres. Las 3 plantas que faltan para completar las 50 fueron arrancadas vegetando con normalidad para estudiar sus raíces.

El 20 de julio se contabilizan 24 muertes súbitas, 11 muertes atípicas y permanecen vivas 6 plantas: 3 sin melón, 1 con uno y 2 con dos.

En el último conteo, realizado el 1 de agosto, sólo quedan vivas dos plantas, ambas con los síntomas atípicos, una sin fruto y la otra con un melón de 1 kg, el mayor del ensayo. Hecho, en principio, curioso y no fácil de interpretar en aquel momento.

Terminemos señalando que de las 50 plantas no se obtuvo ningún melón de tamaño comercial.

Estudio de las raíces

Unos días antes de iniciarse los primeros colapsos, arrancamos tres plantas, una en plena floración y dos con un fruto recién cuajado, para observar sus raíces. En una primera observación no se vieron peritecas, por lo que las raíces se dejaron entre papel de filtro húmedo, comprobándose a los dos días que las correspondientes a las plantas con fruto recién cuajado presentaban peritecas sin madurar en raíces de diámetro inferior a 1,0 mm.

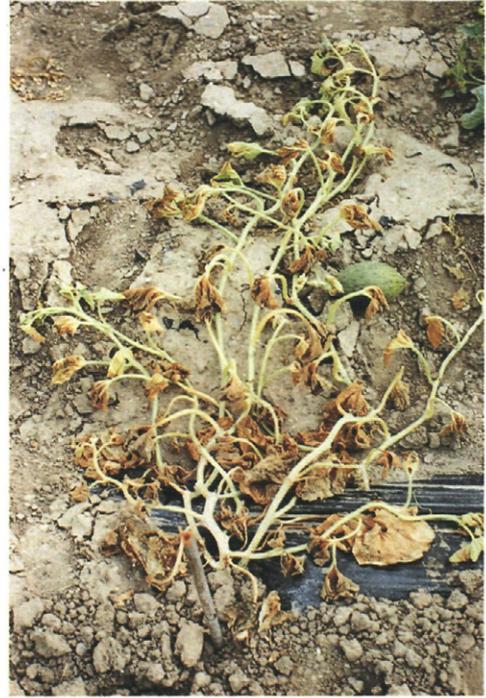
Los días 20 y 30 de junio se arrancan las plantas colapsadas y muertas, localizando en todas ellas peritecas en sus raíces más finas.

A partir de esta última fecha se van arrancando todas las plantas que van muriendo con el siguiente resultado:

— En todas se detectaron peritecas en las raíces.



a) Planta de melón Piel de Sapo recién colapsada.



b) Tres días después.

Fig. 6.—Ensayo I.

— Las peritecas se suelen encontrar en las raíces menores de 2 mm de diámetro.

— Las raíces largas suelen portar peritecas desde el extremo a la mitad y el resto más grueso está exento.

— El color de las raíces muy atacadas suele ser oscuro o casi negro.

Conclusiones

— Las plantas que se mueren a lo largo del ensayo manifestaron previamente dos clases de síntomas:

a) Hojas de la base secas, y colapso repentino seguido de muerte en los días siguientes. A esta sintomatología la denominaremos en adelante *colapso-muerte súbita*.

b) Hojas de la base secas que suben hacia el ápice, hojas intermedias que tienden a plegarse con márgenes necrosados, y hojas apicales normales. Estas plantas acaban

muriéndose también por deshidratación más o menos rápidamente. Denominaremos *marchitamiento progresivo* a esta sintomatología.

— De las cuatro fases que se dan para la muerte súbita, en este ensayo no hemos observado la primera de ellas: clorosis de las hojas basales.

Las plantas afectadas de marchitamiento progresivo tienen cierto parecido con lo que ocurre en Almería, pero sin mostrar ni amarilleamiento de las hojas basales ni exudación gomosa.

— Entre el colapso y la muerte (colapso-muerte súbita) transcurre un período más o menos dilatado, de uno a siete días hemos observado, dependiendo de las condiciones agroclimáticas (humedad, temperatura y viento, fundamentalmente).

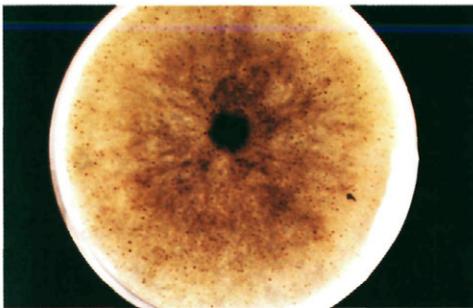
— La muerte de las hojas basales no parece que constituya un síntoma previo al colapso, al menos inminente, pues plantas con



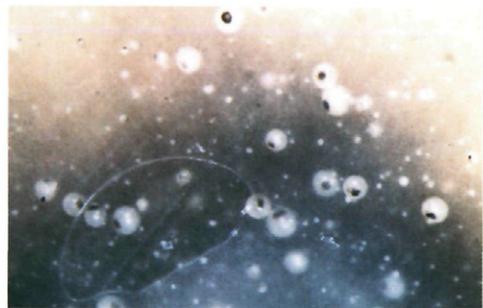
a) Peritecas y ascosporas sobre raíz de melón.



b) Vaciado de una periteca.



c) El hongo en medio de cultivo. Los numerosos puntos corresponden a peritecas maduras.



d) Peritecas inmaduras desarrollándose en cultivo. Obsérvense los anillos periapicales negros en las más adultas.

Fig. 7.—*M. cannonballus*.

tales hojas desde muy pronto vegetaron hasta el final del ensayo.

— La presencia de peritecas de *M. cannonballus* en las raíces se detectan con anterioridad al colapso.

— En todas las plantas colapsadas o muertas se encontraron peritecas.

— Las plantas que se trasplantaron más tarde murieron antes y en un estado de desarrollo mucho más atrasado que el resto del ensayo. Apuntamos como una posible causa el menor desarrollo del sistema radicular.

— La muerte súbita se produce en plantas que no han fructificado lo que contradice, al menos en parte, la extendida opinión que atribuye a las mayores necesidades hídricas de la planta en la última fase del desarrollo de sus frutos la razón de que el colapso se produzca en tal momento.

— No obstante lo anterior, la influencia

de los frutos sobre el colapso es manifiesta. Así, cuando restan 15 plantas vivas de las 50 del ensayo, 5 (50 % de las 10 iniciales) no tenían melón y 10 (25 % de las 40 iniciales) sí. Es decir, el número de plantas que se colapsan fructificadas es el doble que sin fructificar.

ENSAYO II: sandía Sugar Baby al aire libre

En la misma fecha que el ensayo anterior y contiguo a él se trasplantaron 50 plantas de sandía Sugar Baby con el *objetivo* de comprobar su mayor o menos sensibilidad a la muerte súbita. El riego fue por surcos y se utilizó acolchado con plástico negro.

A primeros de julio se observan diez plantas que inician alteraciones, posiblemente graves, aunque sus síntomas no re-

cuerdan en absoluto al del colapso del melón.

Los síntomas de dichas plantas podemos resumirlos en:

1.º Las hojas comienzan a palidecer y tienden a enrollarse ligeramente a lo largo de los nervios principales.

2.º Se empiezan a necrosar los bordes de las hojas y se hace más acusado el enrollamiento y amarilleamiento.

3.º Las hojas acaban por marchitarse, aunque los tallos continúan algún tiempo verdes.

4.º El cultivo finaliza presentando trozos verdes y pardos (Fig. 2), al principio domina el verde, después en proporción similar y al final predomina el pardo.

Raíces

En las raíces de las plantas de este ensayo se detectaron numerosas peritecas de *M. cannonballus*, incluso en las raíces principales.

Conclusión

En la recolección de este ensayo se obtuvieron un total de 92 frutos, de los que 32 eran comerciales, 52 alcanzaban justo el mínimo comercial y 8 inferiores a éste. Es decir, la producción, aunque corta, fue superior a la del ensayo de melón donde ninguno alcanzó tamaño comercial.

La causa de este distinto comportamiento puede estar relacionada con el hecho de que la sandía manifestase las primeras alteraciones quince días después que los melones el colapso, a igualdad de condiciones culturales. Es decir, se muestra algo más resistente a las mismas.

ENSAYO III: variedades de melones y sandías en terreno fumigado

La parcela donde se ubicó es la misma de los dos ensayos anteriores pero en una par-

te fumigada con bromuro de metilo y clopocricina.

Características del ensayo

Tipo de cultivo: riegos por surcos. Acolchado plástico transparente.

Sustrato semillero: turba enriquecida, esterilizada en autoclave.

Varietades: galia; Honey Dew, Piel de Sapo; Sandías Sugar Baby y Sugar Belle F1.

Número de plantas: Piel de Sapo = 60.

Resto variedades = 30.

Fechas trasplante: Piel de sapo y sandías - 25 de abril de 1990.

Galia y Honey Dew - 24 de mayo de 1990.

Objetivos

1.º Comprobar el efecto de la desinfección sobre el inóculo de *M. cannonballus*, pues según nuestra información (19), en Israel la enfermedad se produce incluso en plantaciones efectuadas tras una fumigación.

2.º Verificar el comportamiento de distintas variedades frente a *M. cannonballus*.

3.º Estudiar la influencia que la reducción del tejido vascular tiene sobre el marchitamiento de la parte aérea.

4.º Comparar los sistemas radiculares de las variedades de melón.

Evolución

A finales de junio se hace patente que el desarrollo de las plantas de este ensayo es muy superior al de los anteriores instalados en zona sin desinfectar.

A primeros de julio hicimos incisiones en forma de cuña en el hipocotilo de 20 plantas de Piel de Sapo del ensayo afectando a 1/4 y 1/2 del xilema. Al mes de realizar esta operación las plantas, a pesar de su buen desarrollo aéreo, seguían vegetando con normalidad.

La recolección de todas las variedades tuvo lugar durante julio y principios de agosto con producciones más que normales.

A partir de ese momento las plantas quedan sólo con los frutos de los extremos de los tallos. Con fecha 10 de agosto se comprueba que la mayoría de las matas de Piel de Sapo y las dos variedades de sandía están prácticamente muertas, mientras que Galia y Honey Dew siguen vegetando con normalidad. Esto último iba en contra de lo observado en el Ensayo I donde las plantas más jóvenes murieron antes.

Raíces

A primeros de agosto se habían tomado raíces para estudiar las probables diferencias morfológicas entre variedades y la posible presencia de peritecas de *M. cannonballus*.

Las plantas vivas de las variedades Galia y Piel de Sapo presentan raíces bastante similares, con la diferencia de que Galia suele tener, además del sistema adventicio, una raíz principal bien definida y ramificada, lo que no ocurre con Piel de Sapo, cuya raíz principal no destaca prácticamente del sistema adventicio que se distribuye en el suelo de forma bastante homogénea en las distintas direcciones.

Honey Dew presenta un sistema radicular muy desarrollado y potente, con raíces de gran grosor (el doble que las otras dos variedades) y dirigido casi todo él verticalmente en el suelo.

En este muestreo de plantas vivas no se localizaron peritecas en las raíces de ninguna de ellas.

A mediados de agosto se toman raíces de plantas vivas de las tres variedades de melón y muertas de Piel de Sapo y sandías para analizar; comprobándose que las vivas de Piel de Sapo y Honey Dew tienen algunas raicillas, de 1 a 3, de diámetro entre 1,0-1,5 mm. con peritecas inmaduras de *M. cannonballus*. En Galia el número de raíces con peritecas es del 10 % incluso alcanzando a alguna raíz gruesa.

En las correspondientes a las plantas muertas de Piel de Sapo, Sugar Baby y Sugar Belle se encuentran peritecas en todas las raíces a excepción de las muy gruesas.

Conclusiones

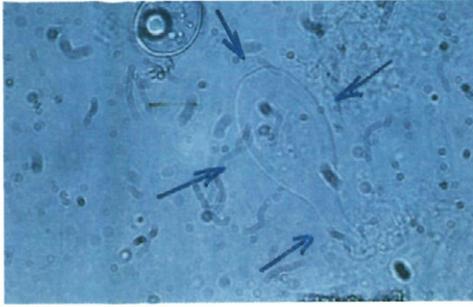
— La fumigación permite el cultivo de melón y sandía, lo que llevará consigo una reducción importante del inóculo en el suelo, pero la presencia del hongo en las raíces al final de la vegetación nos hace pensar que la desinfección dejará de causar efecto en la próxima siembra.

— El diferente comportamiento de las variedades de melón a *M. cannonballus* podría deberse a la distinta morfología del sistema radicular, aunque sin descartar otros posibles factores, ya que no deja de ser extraño que Galia, aun disponiendo de raíz principal dominante, vegete con normalidad teniendo el 10 % de las raíces con peritecas. Ello nos lo hace pensar también el hecho de que cuando murieron, más o menos súbitamente, Piel de Sapo y las dos variedades de sandía, no resultase Galia mínimamente afectada a pesar de que las plantas eran bastante más jóvenes por haberse plantado un mes después.

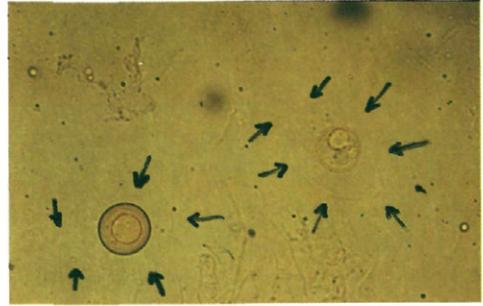
— La reducción importante del xilema de la planta en la zona del hipocotilo sin que ello impida el normal funcionamiento, significa que antes de llegar al instante de producirse el colapso, la capacidad de absorción ha debido disminuir ostensiblemente o de lo contrario en ese momento tiene que producirse una drástica reducción de la misma, pues las necesidades hídricas de los frutos en crecimiento son mínimas en comparación con la transpiración del resto de la planta.

ENSAYO IV: melón Piel de Sapo con microtúnel

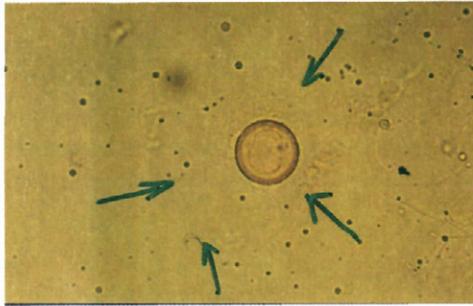
En una parcela que lindaba con aquella donde hemos efectuado los ensayos hasta aquí comentados, un mes más tarde que



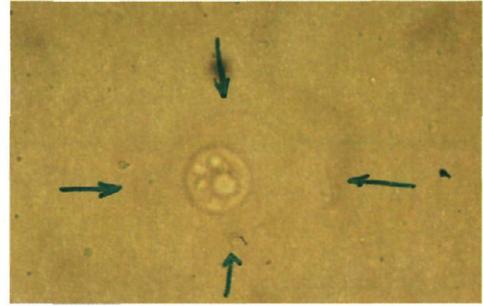
a) Asca antes de iniciarse el desarrollo de la ascospora.



b) Dos ascosporas desarrollándose en el interior de sendas ascas.



c) Ascospora inmadura desarrollándose en el interior de un asca.



d) Asca con ascospora inmadura en su interior.

Fig. 8.—*M. cannonballus*.

nuestros trasplantes se puso melón Piel de Sapo con acolchado y microtúnel. La parcela era de reducidísimas dimensiones: 4 surcos de unos 20 m.; dos surcos se plantaron una semana antes que los otros. El número de plantas era del orden de 50.

Evolución del cultivo

Este cultivo lo seguíamos sin demasiado interés hasta que comprobamos que aparecía el colorido que habíamos visto en las plantaciones almerienses que tanto nos llamó la atención, y que hasta ahora no se habían dado en nuestros ensayos. Las hojas tomaron los correspondientes tonos amarillentos y a continuación morían las de la base y después continuaban hacia el ápice.

Además de este colorido algunos tallos exudaban goma de color rojo oscuro, en total coincidencia con las descripciones que

las alteraciones graves se señalan para los cultivos almerienses. Lógicamente, a partir de este instante prestamos especial atención al pequeño melonar, de aquí que lo incluyamos como un ensayo directo más.

El 1 de agosto el agricultor de la parcela nos comentó que, a pesar del mal aspecto del cultivo, había recolectado ya 40 melones y que los dos surcos que plantó una semana más tarde tenían más plantas muertas que los otros dos, es decir, se morían más jóvenes. Asimismo nos autorizó a arrancar cuantas plantas considerásemos necesarias, poniéndose de manifiesto la amabilidad generalizada del hombre rural.

Unos días después procedimos a arrancar un total de 12 plantas que previamente habíamos calificado por el aspecto en MM (totalmente deshidratadas y marchitas), M (manchas papiro en los tallos y con bastantes exudados de goma), R (manchas papiro

en tallos) y B (manchas papiro sólo en hipocotilo y algo en tallo). Las raíces de éstas se observaron en el laboratorio.

Raíces

Se encontró que el aspecto externo y la intensidad del ataque de *Monosporascus* guardaban cierto paralelismo. Así, en las B las peritecas sólo se localizaban en las raíces de diámetro inferior a 1 mm., en las R y M las peritecas ya alcanzaban alguna raíz principal, y en las MM había abundantes peritecas en las raíces finas y en las gruesas.

Hagamos constar que en estas raíces observamos por primera vez manchas púrpuras en las raíces principales, así como posibles y numerosos esclerocios negros alargados muy pequeños ($80 \times 20 \mu$). De todas formas la proporción de superficie de raíz con esclerocios no alcanzaba el 5 % de la correspondiente a aquella con peritecas en las MM.

Conclusiones

Resaltar que los síntomas ahora observados no se parecían en nada a los de las plantas afectadas de colapso-muerte súbita de nuestro ensayo que sólo distaba 50 m. de esta parcela, pero las peritecas de *M. cannonballus* se encontraban también en estas raíces.

Resaltemos también el extraordinario parecido de esta nueva sintomatología con la versión almeriense de las alteraciones graves.

Ante tales hechos nos preguntábamos si *M. cannonballus* podría producir síntomas distintos según que el cultivo hubiese estado o no protegido con microtúnel ya que la diferencia esencial, quizá única, entre el cultivo de esta parcela y nuestros ensayos, lo constituía este dispositivo de forzado.

Parece confirmarse que las plantas son tanto más susceptibles a las alteraciones graves, de uno u otro tipo, cuanto más jóvenes sean en el momento de producirse aquéllas.

ENSAYO V: melón Piel de Sapo en contenedores.

Objetivos

- 1.º Comprobar la capacidad de infección de las ascosporas de *M. cannonballus*.
- 2.º Observar la evolución del colapso que deberían producir.

Características del ensayo

Ante la posibilidad de que las ascosporas, cuya germinación no habíamos logrado en laboratorio, no infectasen las raíces en seis contenedores no se desinfectó la tierra del sustrato que sabíamos estaba infestada. De esta forma intentábamos asegurar la consecución del colapso en plantas cultivadas en contenedores.

Una vez realizado el trasplante, los contenedores se colocaron al aire libre tomando precauciones para evitar contaminaciones externas, impidiéndose el contacto directo de las macetas con el terreno, cubriendo los contenedores con malla de sombreo, y utilizando en los riegos agua potable.

Las restantes características fueron:

Localización: Huerta Norte (Valencia).

Sustrato semillero: turba enriquecida, esterilizada en autoclave.

Siembra semillero: 2 de abril de 1990, con semilla desinfectada.

Diámetro de los contenedores: 30 cm. Número de contenedores: 18.

Sustrato seis contenedores testigos: 50 % turba enriquecida y 50 % tierra franco-arenosa; esterilizado en autoclave.

Sustrato seis contenedores infestados: igual que los testigos, pero inoculándolo con trozos de raíces que contenían peritecas de *M. cannonballus*.

Sustrato seis contenedores restantes: análogo al de los testigos, pero con la tierra sin esterilizar.

Fecha trasplante a contenedores: 27 de abril de 1990.

Fecha de colocación de contenedores en el exterior: 8 de mayo de 1990.

Riegos: cada 10-15 días.

Evolución del cultivo

El desarrollo de las plantas en condiciones tan artificiosas no estuvo exento de dificultades en los primeros estadios. Así, al mes del trasplante, el desarrollo de las plantas de las macetas con tierra sin esterilizar era muy inferior a las restantes, lo que achacamos a las condiciones fitosanitarias del sustrato, sin que llegase a confirmarse, pues espaciando los riegos se corrigió sensiblemente, aunque nunca lograron alcanzar el desarrollo de las otras y sólo una de ellas fructificó.

A final de junio el desarrollo de las plantas correspondientes a las otras doce macetas lo calificamos de bueno, variando entre 0 (en dos plantas) y 3 el número de frutos cuajados por maceta. También se comprobó en esta fecha que todas las plantas, a excepción de dos (una testigo y otra infestada), tenían hojas de la base deshidratadas y atabacadas, variando su número entre 3 y 6. Las dos plantas exentas de esta alteración coincidían con las dos que no habían fructificado.

Alteraciones

Al igual que ocurrió en el ensayo al aire libre, aquí también se dio la doble sintomatología, pero con la diferencia de que afectadas de colapso-muerte súbita sólo hubo 3 (dos de las macetas inoculadas y una de las con tierra sin desinfectar), mientras que el marchitamiento progresivo se manifestaba en el resto de las plantas a excepción de tres testigos.

El 15 de julio dimos por finalizado el ensayo y la situación de las plantas era:

Testigos: 3 con hojas basales muertas; 3 con síntomas leves de marchitamiento progresivo.

Infestadas: 2 muertas de colapso-muerte

súbita; 3 con síntomas muy avanzados de marchitamiento progresivo; 1 muerta previos síntomas de marchitamiento progresivo.

Tierra sin esterilizar: 1 muerta de colapso-muerte súbita; 3 con síntomas muy avanzados de marchitamiento progresivo; 2 muertas previos síntomas de marchitamiento progresivo.

Observación de las raíces

Las raíces de cada uno de los contenedores se separaron del sustrato y se observaron en laboratorio:

— Todas las plantas testigos tenían un sistema radicular muy similar y mucho desarrollado y abundante que las pertenecientes a los otros dos tratamientos.

— Las raíces de los tratamientos «sustrato inoculado» y «tierra sin esterilizar» estaban todas ellas infectadas con peritecas de *M. cannonballus*. La infección alcanzaba al 100 % de las raíces prácticamente.

— Dos de las plantas testigo, a pesar de su buen desarrollo, tenían peritecas en un 10 % de las raíces, lo que atribuimos a contaminación externa, bien de inóculo transportado por el viento que atravesase la malla protectora o bien que las raíces atravesasen los orificios de drenaje de los contenedores alcanzando el terreno de cultivo, del cual estaban separadas unos 5 cm. Evidentemente intentar poner puertas al campo nunca ha dado resultados.

Las cuatro plantas testigo restantes tenían las raíces totalmente limpias.

Conclusiones

— Parece confirmarse que las hojas secas de la base no constituyen síntoma específico del colapso-muerte súbita; puede que esté relacionada con la fructificación de la planta aunque tampoco nos atrevemos a afirmarlo pues pensamos deben influir más factores.



Fig. 9.—Amarillos y marchitamientos en parcela de melón Rochet. Foios (Valencia).

— Las ascosporas del hongo, que en laboratorio no hemos sido capaces de hacer germinar, sí lo han hecho en el sustrato logrando infectar al huésped.

— No todas las plantas con peritecas en las raíces sufren colapso-muerte súbita. Seguimos, por tanto, con la duda planteada en el ensayo anterior de si podría *M. cannonballus* dar dos clases de síntomas.

Siembra: directa el 13 de febrero de 1990.

Sustrato: 75 % turba de sphagnum enriquecida y 25 % tierra franco-arenosa esterilizada con autoclave.

Diámetro de las macetas: 17 cm.

Número de macetas: 8, cuatro testigos y cuatro inoculadas.

Inóculo empleado: trozos de raíces portadoras de peritecas y ascosporas de *M. cannonballus*.

ENSAYO V: melón Rochet en invernadero con temperatura controlada

Objetivo

Lograr el colapso-muerte súbita en invernadero con temperatura entre 16 y 28 °C.

Características

Sistema de riego: por goteo.

Variedad: Rochet. Semilla desinfectada.

Evolución de las plantas

Desarrollo normal, excepto que la mayoría de las plantas no fructificaron. Ello lo atribuimos a la elevada temperatura del invernadero —28 °C— que inducía la formación de flores masculinas en lugar de femeninas. Cuando intentamos corregirlo bajando la temperatura a 21 °C ya no se logró una fructificación normal.

De las ocho plantas sólo dos portaban

melones, una infestada (melón de 200 g.) y la otra testigo (de 30 g.)

A finales de agosto continuaban vegetando todas las plantas, por lo que dimos por finalizado el cultivo, separando las raíces de cada maceta para observarlos con detenimiento.

Raíces

Una vez extraídas de los tiestos, se comprobó que el tamaño de los sistemas radiculares de las ocho plantas eran muy similares.

Observadas a la lupa, se comprobó que las raíces pertenecientes a las plantas testigos no portaban peritecas y que las correspondientes a tiestos infestados estaban contaminadas en grado muy leve, pues el número de raicillas que se encontraron con peritecas fluctuó entre 1 y 3 por sistema radicular completo. Además las peritecas halladas eran pequeñas, con un número de ascosporas por periteca que no llegaba a 30.

Comentarios y conclusiones

Si comparamos estos resultados con los del ensayo anterior, en lo referente a la contaminación de las raíces; es evidente que la actividad infecciosa del hongo bajo invernadero ha sido mínima.

En un estudio efectuado en Israel (18) sobre el efecto de distintos tratamientos sobre *M. eutypoides* se señala que tanto en las parcelas testigos regadas diariamente por goteo como en las fumigadas con bromuro de metilo, los síntomas del colapso se retrasan considerablemente y alcanzan niveles muy bajos.

En nuestro caso además del riego frecuente de las macetas ha debido influir la baja temperatura en que se mantuvo el invernadero entre 16 y 21 °C con el fin de obtener flores femeninas, pues no hay que olvidar que *M. cannonballus* es un hongo termófilo.

ANÁLISIS GLOBAL DE LOS ENSAYOS

Aunque en cada ensayo aparece un epígrafe de conclusiones, que en la mayoría de los casos no pasan de meros comentarios, creemos que del análisis conjunto de los resultados se pueden deducir consecuencias más contrastadas que las que figuran de forma independiente en los distintos ensayos. A continuación las indicamos:

— En las alteraciones graves de los cultivos de melón se observan tres tipos distintos de síntomas, a los que denominaremos:

- a) *Colapso-muerte súbita.*
- b) *Marchitamiento progresivo.*
- c) *Marchitamiento almeriense.*

— En sandía los síntomas de sus alteraciones graves no se ajustan a ninguno de los tres indicados.

— El sistema de forzado utilizado en los cultivos debe tener decisiva influencia sobre el tipo concreto de síntomas que se manifiesta.

— El *colapso-muerte súbita* se produce en plantas sin fructificar, lo que indica que no es necesario que los frutos se encuentren en la fase de máximo crecimiento para manifestarse.

— En las raíces de las plantas afectadas por cualquiera de los tres síntomas, sistemáticamente se encuentran peritecas del ascomiceto *Monosporascus cannonballus*.

— La presencia de *M. cannonballus* en las raíces es anterior a que se manifiesten los síntomas de *colapso-muerte súbita* y de *mar-chitamiento progresivo*.

— De acuerdo con los resultados de estos ensayos y con la bibliografía existente, *M. cannonballus* tiene que ser el hongo causante del *colapso-muerte súbita*.

— La forma, el mayor o menor desarrollo del sistema radicular, así como su disposición en el terreno, juegan papel importante en el grado de susceptibilidad de las variedades y de las plantas, en el caso de una sola variedad, al *colapso-muerte súbita*.

— A igualdad de condiciones, cuanto más tarde se plante, mayor es la suscepti-

bilidad de las plantas al *colapso-muerte súbita* en el momento de producirse éste.

— *M. cannonballus* es un hongo telúrico termófilo, por lo que temperaturas no muy altas y humedad elevada del suelo dificultan su desarrollo.

EXAMEN Y SEGUIMIENTO DE PLANTACIONES REGULARES

De acuerdo con lo indicado en el epígrafe «Objetivos y metodología», habíamos previsto examinar parcelas cultivadas de melón en diferentes zonas del litoral mediterráneo, desde Almería hasta Castellón.

Además del examen directo de los cultivos se muestrearon raíces para examinarlas en el laboratorio y comprobar si el hongo a que nos venimos refiriendo se hallaba sistemáticamente presente o no.

También pensábamos que estas observaciones constituirían un complemento obligado a los ensayos planteados para contrastar sus conclusiones con lo que ocurría en las plantaciones comerciales. Al mismo tiempo se pretendía profundizar en aquellas otras cuestiones que no quedaron debidamente aclaradas.

En determinadas zonas dicho examen lo efectuaríamos periódicamente a lo largo del ciclo vegetativo para estudiar con cierto detalle la evolución de las plantaciones.

Zonas visitadas y sus características

Además de los invernaderos de Almería, se observaron cultivos en el Campo de Cartagena en Murcia, en Campo de Elche en Alicante, en La Huerta Valenciana, y por último en los marjales de Almenara y Chilches en Castellón.

Sin lugar a dudas estos últimos marjales constituyen la mayor concentración de cultivo exclusivo de melón Piel de Sapo en todo el litoral, ya que en las restantes zonas existe una mayor diversificación de variedades y, además, los híbridos ocupan

tanta superficie o más que las variedades españolas.

Dichas zonas de marjal se caracterizan por permanecer la mayoría de las parcelas que la integran inundadas durante los meses de otoño e invierno, desaguándose y drenándose para efectuar el cultivo, aunque el nivel freático se mantiene muy próximo a la superficie del terreno. Aquí el monocultivo llega a su máxima expresión, con todos los inconvenientes que acarrea, entre ellos el problema fitosanitario. En la actualidad el melón ocupa prácticamente toda la superficie, lo que anteriormente ocurría con la judía y previamente el tomate. Al parecer, el cultivo de la judía dejó de ser rentable por disminuir los rendimientos sustituyéndose por el melón actual.

El cultivo se fuerza mediante acolchado plástico y microtúnel en la primera fase del desarrollo. El riego es por subirrigación, aunque en muchas parcelas hay instalado también riego por goteo, pues está demostrado que así las alteraciones del cultivo se reducen sensiblemente.

Las restantes zonas meloneras de la Comunidad Valenciana, a excepción de La Huerta, tienen cierta semejanza con la descrita por tratarse de terrenos muy próximos al mar y con nivel freático elevado. En la comarca de La Huerta las siembras de melón son cada vez más escasas, fuera de los pagos próximos al mar, consecuencia de los fracasos atribuidos al colapso-muerte súbita; sin embargo, la sandía Sugar Baby continúa cultivándose, siendo corriente su plantación tras la fumigación con bromuro de metilo.

Del Campo de Cartagena hay que indicar que en la última campaña se ha producido un sensible desplazamiento de las variedades clásicas hacia las híbridas después del fracaso del año anterior por colapso-muerte súbita. Se trata también de zona próxima al mar y con problemas de salinidad. Hay algunos cultivos bajo invernadero, pero la mayoría son al aire libre, sin forzado para aumentar la temperatura del suelo y riego por goteo, en general.

Amarilleo de los cultivos

Del conjunto de observaciones efectuadas casi simultáneamente deducimos que, salvo determinadas parcelas de La Huerta Valenciana que no se protegían con microtúnel, los cultivos en una determinada fase de su evolución, posterior a la retirada de los microtúneles y un poco antes del primer corte de cosecha, iniciaban un amarilleo generalizado.

Las plantaciones pasaban del color verde a presentar múltiples tonalidades entre el verde y el amarillo. A continuación las hojas más viejas y, por tanto, más próximas a la base, comienzan a marchitarse, por lo que en la plantación aparecen distintos tonos de marrón, desde el rojizo al pardo. El marchitamiento de las hojas basales prosigue aunque permanecen unidas al tallo, que, como consecuencia, quedan desguarnecidos y se les ven serpentear sobre el suelo. Síntoma, en nuestra opinión, muy característico.

Algunas plantas llegan a morir por marchitamiento total, aunque su porcentaje suele ser pequeño, y el resto del cultivo continúa vegetando en condiciones muy similares a las descritas.

Esta generalizada sintomatología coincide bastante con el colorido que tanto llamó nuestra atención en la visita a los cultivos de Almería en el mes de mayo. Posiblemente la causa en ambas zonas fuese la misma, pues era evidente que no se trataba de un envejecimiento natural de las plantas.

Sin embargo, los agricultores no dan demasiada importancia a estos hechos porque piensan, en general, que se trata de una maduración más o menos anticipada al coincidir prácticamente los primeros síntomas con la maduración de los primeros melones de la plantación. La preocupación del agricultor la constituye las plantas totalmente marchitas que aparecen después en el cultivo y que no relacionan con tales síntomas previos, ya que las atribuyen a la acción directa del colapso-muerte súbita.



Fig. 10.—Planta de melón, con síntomas de *M. phaseolina*. Exudados negros de goma en primer entrenudo.

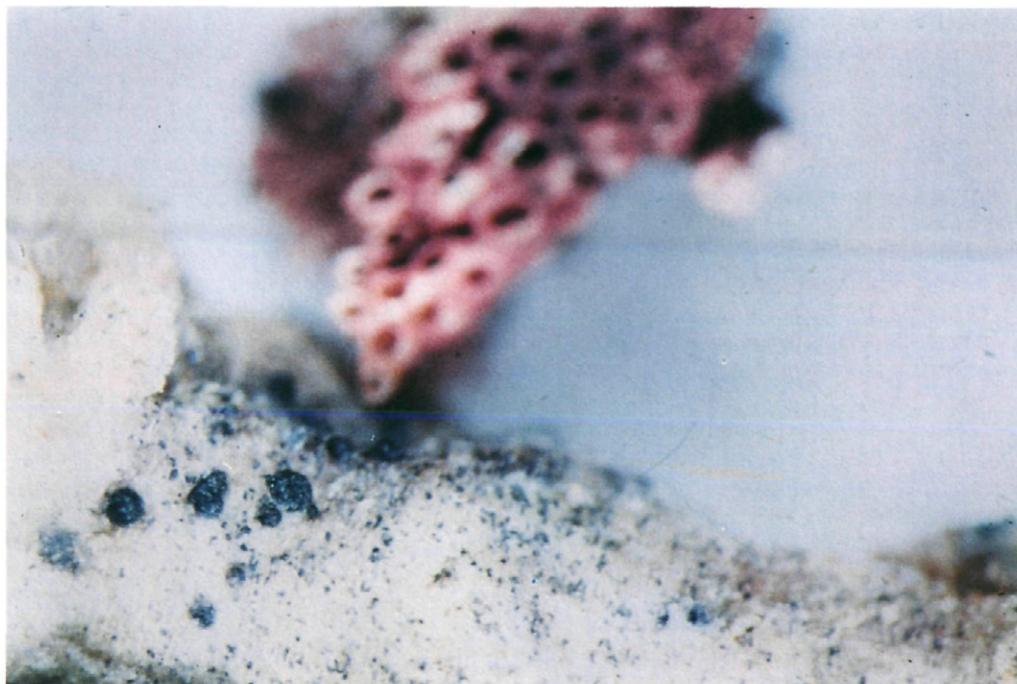


Fig. 11.—A la izquierda peritecas de *M. cannonballus*, esclerocios de *M. phaseolina* sobre raíz, y trozo transversal del xilema mostrando tinción púrpura.

Causas del amarillo y declinación de las plantas

Entre la bibliografía consultada sobre colapsos que ocurren en las plantaciones de melón figura una breve reseña israelí (12) que afirma que los síntomas del colapso variaban de unos lugares a otros y que ello también ocurría con los hongos aislados en las plantas colapsadas, señalando al respecto a *Fusarium solani* y *Fusarium equiseti*, *Macrophomina phaseolina* y *Monosporascus eutypoides*.

Considerando que *M. eutypoides* era el equivalente a *M. cannonballus* y que a *Fusarium sp.* le era de aplicación el dictamen referido en la página 4, decidimos ahondar en el conocimiento de *M. phaseolina*.

En uno de los trabajos consultados (3), su autor, W. W. Carter, demostraba que el hongo *Macrophomina phaseolina* no sólo producía, como ya era conocido, podredumbres en los frutos, sino que también

causaba el declinar prematuro de las plantas en el sur de Texas. De la descripción de la enfermedad transcribimos, en traducción literal, los siguientes párrafos:

«Los síntomas iniciales aparecen justo antes de cosechar en las hojas de la base de los tallos primarios o corona de la planta. Esas hojas se vuelven totalmente amarillas y a veces presentan manchas necróticas a lo largo del margen. Los síntomas iniciales normalmente son seguidos de un rápido y progresivo desecamiento de las hojas y peciolo, que permanecen unidos al tallo. Las plantas severamente enfermas no disponen de hojas sanas en la corona para sombrear los melones en maduración, y normalmente éstos se muestran senescentes. Los tallos cerca de la base muestran manchas acuosas, traslúcidas, de 1 a 10 cm. de longitud. Un exudado traslúcido rojo oscuro se forma en la superficie de algunas lesiones. Cuando maduran las lesiones de la corteza, se torna blanquecina y después de color pa-

piro; el exudado endurece y se vuelve negro. Se desarrollan rajadas en la corona y en los tallos a medida que las lesiones progresan a lo largo de éstos. Después los tallos llegan a secarse y marchitarse. Pequeños y negros esclerocios se desarrollan sobre la superficie de las lesiones más viejas. Estos esclerocios son (de) redondos a irregulares de forma y su diámetro varía entre 64 a 99. En las lesiones más antiguas, el tejido se acorcha y en la zona medular aparecen muchos esclerocios. Un decaimiento general de corona y tallos ocurre al final, que se extiende hacia abajo al tejido vascular de la raíz. Sobre la superficie del fruto los primeros síntomas son áreas ligeramente hundidas de color rosa y 1 a 10 cm. de diámetro. La carne de los frutos enfermos es al principio rosada, firme y acuosa. Cuando progresa la enfermedad se vuelve negra y está densamente impregnada de esclerocios. En los estados avanzados es negra carbón excepto en los márgenes de la infección donde varía de rosa oscuro a color vino».

Según este mismo trabajo síntomas en las plantas prácticamente idénticos los producen los hongos *Didymella bryoniae* (*Mycosphaerella melonis*) (marchitamiento gomoso de los tallos) y *Diplodia natalensis* (podredumbre de los frutos), siendo necesario comprobar la naturaleza de los cuerpos fructíferos para determinar con exactitud el agente causal concreto, de entre los tres.

En el caso de *D. natalensis*, en las lesiones más antiguas, conteniendo exudado gomoso rojizo o negruzco, aparecen numerosos picnidios negros y grandes, de 353-600 μ de diámetro, parcialmente inmersos en el tejido, en lugar de las numerosas y pequeñas peritecas que corresponden a *D. bryoniae* (1); *M. phaseolina* produce en las lesiones más viejas esclerocios negros y pequeños (63-99 μ). Las conidias de *D. natalensis*, de tamaño (24 \times 15 μ), son de dos tipos: cuando jóvenes hialinas y sin septar, y cuando maduras marrones oscuras y septadas con una sola septa (1).

En vista de la coincidencia de los síntomas descritos para esta enfermedad con los

observados inicialmente por nosotros, decidimos extremar la atención en la observación de las plantas, comprobando:

a) Que los tallos cerca de la base mostraban manchas acuosas o aceitosas traslúcidas, que aparecían coincidiendo prácticamente con el primer corte.

b) Que más tarde dichas lesiones se tornaban blanquecinas y después color papiro más o menos oscuro.

c) Que en la superficie de algunas lesiones se producía exudado gomoso traslúcido rojo oscuro, que posteriormente se endurecía y tornaba de color negro.

d) Que se desarrollaban rajadas en los tallos a medida que progresaban las lesiones.

e) Que el desecamiento progresivo de las hojas dejaban a los melones al sol sufriendo quemaduras. Quedaban «planchaos» en el argot melonero.

f) Tallos, incluso plantas, llegaban a secarse y marchitarse.

Así pues, llegamos a la conclusión de que los tonos amarillentos, pardos y verdes en que nos habíamos fijado desde muy pronto, tenían que corresponder a infecciones producidas por alguno de estos tres hongos. Para determinar cuál de ellos era el causante se necesitaba comprobar la clase de cuerpos fructíferos que debían de formarse.

Detección del hongo en cultivos de melón y judía

En esta fase del trabajo se visitaron múltiples plantaciones, comprobándose en todas ellas los síntomas que estamos comentando. Al principio, es decir, antes del primer corte, el porcentaje de plantas que presentan lesiones en tallo se aproxima al 20 %, pero a medida que avanza el cultivo, esta cifra se acerca al 100 %.

Desde muy pronto iniciamos la recogida de trozos de tallo en las lesiones más antiguas para examinar qué tipo de cuerpos fructíferos portaban y dilucidar el hongo

causante del amarilleo y declinación de las plantas. En los primeros muestreos no localizamos ninguno de los cuerpos fructíferos que buscábamos.

A mediados de julio, en una plantación de Piel de Sapo del marjal de Puzol, detectamos por primera vez la presencia de microesclerocios en la base del tallo de una de las plantas muestreadas.

Se encontraban situados en el tejido medular, muy próximos al córtex, y el diámetro de los mismos era de 60 micras.

Posteriormente hemos comprobado la presencia de estos microesclerocios en parcelas de todas las zonas estudiadas de la Comunidad Valenciana y en un porcentaje variable de las muestras analizadas de cada parcela.

Para detectar los esclerocios es necesario que el cultivo se encuentre en fase avanzada, lo que normalmente sucede después de efectuado el segundo corte. Suelen ser abundantísimos y se localizan en los primeros entrenudos, bien sobre la endodermis del córtex (Fig. 12) o bien en el parénquima intervascular, apareciendo después sobre la superficie de los vasos del xilema (Fig. 12). El diámetro nos ha variado entre 60-120 micras.

En las raíces los esclerocios suelen ser alargados y con dimensiones más reducidas ($20 \times 80 \mu$) encontrándolos siempre en el córtex y con frecuencia acompañados de tinciones de distintos tonos de púrpura, desde rosa a púrpura intenso. Hemos comprobado que estas manchas se inician en el córtex y después la tinción se desplaza al xilema (Fig. 7a). La explicación que damos a estas tinciones, que también se han localizado en el hipocotilo, es que deben producirlos el mismo pigmento que en los frutos atacados da lugar a un tono rosa que después vira a rosa oscuro y color vino, como se vio en la descripción de la enfermedad.

En varias parcelas de judía de mata baja, variedad Contender, próximas a cultivos de melón cuya evolución estudiábamos, observamos que las plantas tomaban color análogo al de los melonares. Muestreadas tres

de estas parcelas, comprobamos la presencia de numerosísimos esclerocios en raíces y base del tallo, que coincidían en tamaño y forma con los observados en las plantas de melón. También en judía se encontraban plantas con tinciones púrpuras en córtex y vasos. Como diferencia sensible notamos que los esclerocios de las raíces de judía eran iguales a los de la parte aérea, en contra de lo que ocurre en las raíces de melón. Ya indicamos que se trataba de un hongo polífago.

En uno de los primeros tallos analizados comprobamos la presencia simultánea de microesclerocios de *M. phaseolina* y picnidios de *Diplodia natalensis*. Estos últimos los reconocimos al binocular en una zona del tallo cubierta de exudado gomoso negrozco, y sus ostiolas estaban taponadas por una masa de conidias negras que, al removerlas, con ayuda de la aguja, comprobamos la salida inmediata de picnidiosporas hialinas en elevado número y en cadena.

Al día siguiente estas conidias, que coincidían en forma y tamaño con las descritas para la *D. natalensis*, habían cambiado a color oscuro, característica ésta que se resalta para este hongo (1). Sin embargo, en contra de lo previsible, en los muchos trozos de tallo analizados después que esto ocurriese no se volvieron a detectar picnidios de *Diplodia*.

Los síntomas que produce *M. phaseolina* en fruto, y que hemos señalado, no se han visto en ninguno de los melones observados, incluso comprobando los destríos de las parcelas. Puede que ello se deba a que las variedades españolas sean mucho más resistentes a la pudrición del fruto que las utilizadas en los trabajos que nos sirvieron de referencia: Cantaloups, Perlita, TAM Uvalde, Galia y Tal Devash.

Concluiremos afirmando que el amarilleo de las plantaciones a que tantas veces hemos aludido y el declinar de los cultivos que ocurre a continuación se debe esencialmente a *M. phaseolina*, aunque sin descartar la intervención de *Diplodia natalensis* en grado posiblemente muy inferior.



Fig. 12.—Esclerocios de *M. cannonballus* sobre vasos leñosos y bajo corteza en tallo de melón.

***Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid**

La única especie del género *Macrophomina* es *M. phaseolina*, fase picnódica del hongo *Rhizoctonia bataticola* (Taub) Butler, causante en un gran número de plantas de una enfermedad conocida como podredumbre carbonosa (charcoal rot), tanto en tallo como en raíz. Entre los numerosos huéspedes, que se elevan a más de 300 (8), se incluyen plantas tales como algodón, cítricos, espárragos, judías, boniato, maíz, sorgo, girasol, guisante, soja, patata y tomate (5).

El patógeno sobrevive en el suelo mediante microesclerocios negros que se forman en los tejidos de las plantas infectadas, en densidad tan elevada que a veces éstas toman color carbón, de ahí el nombre de la enfermedad, y que quedan libres al desintegrarse estos tejidos (20).

Al igual que *M. cannonballus*, se trata de un hongo termófilo de forma que al aumentar las temperaturas aumenta la severidad de los ataques (2). También se sabe que la

sequía favorece el desarrollo del parásito en la planta, señalándose por varios autores que bajas humedades en el suelo estimulan el desarrollo de la enfermedad (21).

Los esclerocios, de tamaño $60-100 \times 56-88 \mu$, constituyen la fuente principal de inóculo, y dada la aptitud del hongo para atacar muy diversas plantas, el propágulo aumenta continuamente en el suelo.

En Texas (Valle del Río Grande) e Israel se le atribuyen graves pérdidas de cosecha (4).

En España se detectó al hongo en 1974 en cultivos de soja, y en 1976 en girasol, donde sus daños más graves corresponden a años de escasa pluviometría y altas temperaturas (113). Desde entonces posiblemente se le habrá detectado en muchas otras especies, entre ellas melón (24).

Otras observaciones y comprobaciones

Después del amarilleo se inician los primeros síntomas del declinar prematuro de las plantaciones.

A medida que se desarrollan los cultivos, la declinación se va haciendo más acusada y los melones quedan prácticamente al descubierto por marchitamiento de las hojas basales.

Las manchas de los tallos, traslúcidas, blancas y distintos tonos de marrón, producidas por *Macrophomina*, se pueden observar en la mayoría de las plantas. El agricultor piensa se trata de una maduración acelerada por un posible ataque de mildiu.

Una vez realizados los dos primeros cortes, la mayoría de las plantas sólo están provistas de hojas en la zona apical resaltando los tallos defoliados sobre el terreno. En este momento o algo antes se comprueba que en las plantaciones también hay un número más o menos elevado de plantas completamente muertas, como quemadas a fuego, con tallos y hojas totalmente marchitas. Estas son las únicas plantas que los agricultores dan por afectadas de muerte súbita, y por tanto no las consideran como la fase final de las plantas antes observadas.

De las raíces muestreadas a lo largo de esta fase del trabajo hemos de señalar:

— En las plantas vivas de Rochet y Piel de Sapo con síntomas, en grados más o menos severos, de *M. phaseolina* en la parte aérea se localizan en las raíces menores de 2 mm. de diámetro peritecas de *M. cannonballus*.

— Las plantas totalmente muertas suelen tener todas las raíces con peritecas de *M. cannonballus*, aunque en aquellos casos que se comprobó un ataque más intenso de *Macrophomina* en tallos, con tintes púrpura en hipocotilo, el número de peritecas era, en contra de lo previsible, más bien escaso, y, por el contrario, el número de microesclerocios muy elevado.

— Al final de la vegetación de los cultivos todas las plantas tienen las raíces invadidas de peritecas.

— El número de plantas totalmente muertas es función de la variedad: así Tendral es la más sensible, con un número entre 20-40 %; en Piel de Sapo suele variar entre el 5 y 20 %, y en los híbridos del tipo

Amarillo, es decir, los más resistentes, alrededor del 5 %.

De las entrevistas mantenidas con agricultores en las distintas zonas resaltaremos los siguientes comentarios:

— Desde Almería hasta Castellón los agricultores productores de melón emplean expresiones del tipo «el melonar se para», «la plantación se queda», «la plantación se va», etc., refiriéndose a distintas alteraciones graves.

— En Almenara, donde se cultivan más de 1.000 Ha. de Piel de Sapo en terrenos de marjal, está comprobado que el ciclo de cultivo se ha acortado sensiblemente. Antes permanecía durante todo agosto, y ahora el día 1 de agosto, prácticamente, ha finalizado la campaña de melón.

— El tamaño de los frutos en la zona anterior se ha reducido de forma manifiesta, constituyendo ya excepción los melones superiores a 3 kg. de peso.

— Las siembras más tempranas suelen ir mejor que las más tardías.

A los extremos anteriores procuraremos darle explicación.

Los cultivos de La Mancha

Los cultivos que, en principio, se tenía previsto observar, eran los del litoral mediterráneo, pero dado el desarrollo de los resultados que íbamos obteniendo, pensamos que La Mancha, con una superficie cultivada de Piel de Sapo importantísima, sólo superada por Extremadura, podría constituir un buen banco de pruebas para las conclusiones que estábamos sacando.

Los cultivos de esta región se visitaron en tres ocasiones, mediados y finales de agosto y mitad de septiembre, observándose melonares próximos a la localidad de Tomelloso.

El riego es por goteo o por surcos, y el acolchado es poco frecuente aunque se localizaron parcelas provistas de este sistema de forzado.

En la primera visita comprobamos en los tallos de muchas plantas los síntomas de *M.*

phaseolina que se iniciaban con el amarilleamiento de tono cobrizo de las hojas de la corona y lesiones acuosas en la base del tallo. El porcentaje de este tipo de plantas se situaba alrededor del 20 % en la mayoría de las parcelas, y en muchas de ellas ya había exudados de goma roja.

Aquí, al igual que ocurre en el litoral, los agricultores no dan importancia a estos síntomas que atribuyen a la repetición del cultivo y que denominan muy acertadamente «mal del pie». Es la cenicilla —oidio— la principal preocupación fitopatológica de la zona.

A finales de agosto y en septiembre los síntomas de *M. phaseolina* se daban en todas las parcelas, aun en las plantadas de melón por primera vez, y en la casi totalidad de las plantas.

En las tres ocasiones se tomaron muestras de tallo para comprobar la posible presencia de esclerocios, dando resultados negativos las correspondientes al primer desplazamiento y positivos, con elevado número de microesclerocios en los hipocotilos, en los otros dos. En algunos casos los tallos estaban prácticamente negros.

En la última de las tres visitas se tomaron también raíces de plantas, en su mayoría completamente marchitas. Observándolas a la lupa comprobamos que era frecuente encontrar las manchas púrpuras, en el córtex y en los vasos, pero no se detectaron peritecas de *M. cannonballus*.

La razón de que las parcelas plantadas de melón por primera vez manifiesten los síntomas debe estar en los cultivos precedentes, huéspedes de *M. phaseolina*, y en concreto las leguminosas grano.

CONSIDERACIONES FINALES

De cuanto llevamos dicho parece evidente que *M. cannonballus* y *M. phaseolina* juegan un papel preponderante en las alteraciones graves de melonares y sandiares. Ahora bien, hay que probar si sólo con estos dos hongos se explican las distintas alteraciones, y de ser así habrá que aquilatar el peso que corresponde a cada uno de ellos.

Asimismo, y puesto que a lo largo del trabajo han ido quedando cabos sueltos, ahora quizá puedan explicarse a la vista de una información más completa.

De los ensayos realizados y de las observaciones de los cultivos, las alteraciones graves se pueden resumir en:

- a) *Colapso-muerte súbita.*
- b) *Marchitamiento progresivo.*
- c) *Amarilleo y declinar de planta,* que engloba o coincide con el *marchitamiento almeriense.*

Las dos primeras alteraciones se dan en La Huerta Valenciana en cultivos con acolchado plástico. La tercera, sin embargo, es la que ocurre en la práctica totalidad de los cultivos del Mediterráneo, bien bajo invernadero, bien bajo túneles, e incluso en los cultivos al aire libre de Murcia. También se ha observado en los melonares manchegos, desprovistos de sistemas de forzado.

Anticipemos que, en nuestra opinión, los daños de los hongos *M. cannonballus* y *M. phaseolina* sobre las plantas pueden explicar las diferentes alteraciones, de acuerdo con la siguiente correspondencia:

Daños	Efectos
<i>M. cannonballus</i> en raíces (cultivos sin cubierta plástica... <i>M. phaseolina</i> en hojas.....	<i>Colapso-muerte súbita</i>
<i>M. cannonballus</i> en raíces (cultivos en invernadero o con microtúnel)	<i>Marchitamiento-progresivo.</i>
<i>M. phaseolina</i> en parte aérea y raíces.....	<i>Amarilleo y declinar de la planta</i>
<i>M. cannonballus</i> en raíces (cultivos en invernadero, microtúnel o aire libre)	<i>Amarilleo y declinar de la planta (La Mancha)</i>
<i>M. phaseolina</i> en parte aérea y raíces.....	

Antes de continuar conviene aclarar, al menos, dos extremos:

1.º Por qué en el *marchitamiento progresivo* figura *M. phaseolina* si no hay amarillamientos.

2.º Por qué la actuación exclusiva de *M. phaseolina* en La Mancha produce efectos análogos a cuando lo hace junto con *M. cannonballus*.

Respecto al apartado 1.º debemos indicar que en la parcela donde estaban ubicados los ensayos comprobamos la presencia de inóculo de *M. phaseolina*, tanto en plantas de judía cultivadas en la misma parcela como en el ensayo IV colindante con ambos. Por tanto lo que habrá que explicar es por qué razón el hongo no manifestó sus síntomas habituales. Lo achacamos a la ausencia de microtúnel que hace que las temperaturas no sean lo suficientemente altas (no olvidemos que se trata de un hongo termófilo) para iniciar la actividad; más tarde, con temperaturas ambiente más altas y las hojas de la base ya necrosadas, por causas no bien conocidas (incluso podría deberse al mismo hongo), la enfermedad ya sólo se manifiesta mediante el *marchitamiento progresivo*.

Contra tal razonamiento podría argumentarse que en La Mancha se producen los amarillos de las hojas basales, pese a no utilizarse sistemas de forzado. A lo que hay que señalar que las temperaturas en agosto en esta zona son muy superiores a las de Valencia en el mes de mayo, y además la humedad ambiente juega a favor del desarrollo del hongo en La Mancha.

En relación con el punto 2.º) hay que distinguir los efectos aparentes, que en ambos casos son análogos, de los totales que son bien distintos ya que en el litoral los cultivos «se paran» con la consiguiente merma de cosecha, lo que no ocurre en La Mancha donde al patógeno se le tiene por benigno.

Teniendo en cuenta que:

— A excepción de La Mancha, en las restantes zonas detectamos *M. cannonballus* sistemáticamente en las raíces.

— Los cultivos han acortado su ciclo vegetativo, a pesar de emplearse las mismas variedades y las mismas técnicas, con disminución sensible de rendimientos.

— *M. Cannonballus* parece ser el causante del *colapso-muerte súbita*.

— *M. phaseolina* en solitario no es causante de alteraciones graves de rendimiento.

De todo lo expuesto es lógico pensar que el responsable de las alteraciones graves sea *M. cannonballus*.

De acuerdo con este razonamiento los síntomas de alteraciones graves en Galia injertado en cabalaza y en melón implantado por primera vez en un invernadero vistos en Almería, ahora son fáciles de explicar, ya que los síntomas corresponden a la presencia de *M. phaseolina*.

La diferencia entre los cultivos del litoral mediterráneo y de La Mancha, en el aspecto fitosanitario, se debe a la presencia en el suelo del hongo *M. cannonballus*.

Por tanto las alteraciones graves, a la vista de lo expuesto, se reducen a dos *colapso-muerte súbita* y *amarillo* y *declinar de la planta*, esta última incluye el hasta ahora denominado *marchitamiento progresivo*, pero no el caso de La Mancha, que consideramos leve. Esto supone casi regresar al punto de partida donde indicamos el colapso o muerte súbita y la versión almeriense de la alteración (3).

Ahora bien, puesto que la zona donde se produce el *colapso-muerte súbita* en estado puro ha quedado muy delimitada, la alteración grave por excelencia es el *amarillo* y *declinar de la planta* en sus múltiples gradaciones, dependiendo de las condiciones medio-ambientales y técnicas del cultivo que pueden hacerla inclinar hacia el colapso-muerte súbita o hacia la normalidad vegetativa. En apartado siguiente comentamos esta cuestión.

M. CANNONBALLUS Y M. PHASEOLINA

Desde el primer momento llamó nuestra atención el hecho de que cuando aparecían

en las plantas de melón síntomas de *M. phaseolina* se mitigaban los fulminantes efectos de la alteración *colapso-muerte súbita* dando lugar a lo que denominamos *marchitamiento progresivo*.

En el ENSAYO I comentamos que las únicas plantas que quedaban vivas presentaban ambas síntomas de marchitamiento-progresivo y una de ellas portaba el melón de más tamaño del ensayo (1 kg. de peso).

En el ENSAYO IV, ubicado muy próximo al I, el ataque de *M. phaseolina* fue intenso y atribuible al microtúnel. Ya que la población de *M. cannonballus* en ambos Ensayos tenía que ser similar, no dejaba de ser anómalo la producción del Ensayo IV comparada con la del I, que fue nula.

Estos hechos, en nuestra opinión, constituyeron un anticipo de lo que después comprobaríamos en todos los melonares visitados, a excepción de La Mancha.

En todos ellos aparecían peritecas de *M. cannonballus* en las raíces muestreadas y sin embargo no se producía la muerte súbita, y de darse lo hacía en porcentajes muy bajos y sin colapso previo. Nos referimos a las plantas totalmente marchitas, como quemadas por fuego, que los agricultores atribuyen a dicha alteración y no a efectos últimos de *M. phaseolina*, quizá porque el marchitamiento al final se precipita.

Factores que influyen

Influencia de las disponibilidades de agua en el suelo

Puesto que, en general, la capa freática de las zonas del litoral donde se cultivan melones está muy superficial la actividad de ambos hongos termófilos debe quedar limitada por la temperatura del suelo, que es inferior a la que habría en otras circunstancias hídricas, o la proximidad al punto de saturación del suelo con lo que la fungistasis en el mismo sería máxima (25). Esta fungistasis se potenciaría en los marjales por la inundación durante los inviernos, pues es conocido desde antiguo su poder de desinfección.

El que las parcelas de Almenara provistas de riego por goteo, además de la normal subirrigación, vegeten mejor, viene a confirmar esta tesis.

Sin embargo, tales argumentos no valían para todos aquellos terrenos, la inmensa mayoría, en que el nivel freático no está tan superficial como en los marjales, y en concreto no eran de aplicación a lo ocurrido en el ensayo IV.

Influencia de los sistemas de forzado

Los sistemas de forzado, invernadero y microtúnel, en principio parecen impedir la muerte súbita. Ahora bien, si en ésta, como sucede, intervienen hongos telúricos termófilos, no parece que las cubiertas de plástico sean las más indicadas para combatirlos. Tal vez suceda que los nuevos sistemas de riego localizado hacen que la humedad en el suelo sea elevada y entonces se les puede aplicar cuanto dijimos en el apartado I. Con el empleo de invernaderos se potencia dicho incremento de humedad que se hace al mismo tiempo más constante.

Los anteriores argumentos se refuerzan o quedan en entredicho por el hecho de que con los sistemas de forzado y riego localizado a relación parte aérea/raíces en las plantas se desequilibra en detrimento de éstas, por lo que los efectos de los hongos de raíz tendrían que ser mucho más rápidos, lo que no ocurre.

Lo que sí es evidente en los cultivos provistos de microtúnel es la mayor intensidad del ataque de *M. phaseolina* debido, pensamos, a la elevación de la temperatura en la parte aérea de la planta.

Antagonismo fúngico

En todos los muestreos de raíces en la última fase del desarrollo de los cultivos aparecían peritecas de *M. cannonballus*, y dado que a este hongo lo consideramos causa del «parón» de las plantaciones, mediante una

actividad soterrada y eficaz aunque no espectacular, nos llamó la atención que en las plantas en estado avanzado de marchitamiento aparecían en las raíces tanto peritecas como abundantes esclerocios de *M. phaseolina*.

Teniendo en cuenta también lo ocurrido en los Ensayos I, IV y V, donde las plantas afectadas de *M. cannonballus* y de *M. phaseolina* vegetaban más y mejor que las que sólo estaban atacadas del primer hongo y

que el Ensayo IV no le es de aplicación cuanto dijimos en éste al apartado I, por no tratarse de terrenos de marjal y sí lo indicado en II relativo al incremento del ataque del segundo de los hongos señalados.

Todo ello nos hace pensar en un posible antagonismo (11) entre ambos hongos. En este control biológico el hongo débilmente patógeno, *M. phaseolina*, protegería al huésped de la infección agresiva de *M. cannonballus*.

ABSTRACT

LOBO RUANO, M. (1991): Las graves alteraciones de melonares y sandiares. *Bol. San. Veg. Plagas*, 17 (1): 133-163.

Melon and Watermelon dieback in Spain mediterranean coast and central plateau are being observed over the last fifteen years. Symptoms of those alterations are studied.

Field trials and occasional observations of commercial fields were performed in order to ascertain environmental (cultural practices, climate, soil and pretreatments and cultivar influences on illness incidence. Two soil fungi were isolated: *Monosporascus cannonballus* and *Macrophomina phaseolina*. The former was isolated by the first time in Spain while the latter, a highly polyphagous fungus, has never been associated with melon alterations.

Monosporascus cannonballus is an Ascomycetes that was first isolated in Arizona in 1970 and classified in 1974. En 1978 was detected in Japan, having been isolated from roots of melon plants affected of root rotting.

Macrophomina phaseolina is the pyonidial stage of *Rhizoctonia bataticola*, a fungus known in our country as parasite of numerous vegetables crops but not of melon neither of watermelon.

The possible causes that influence the gradation of symptoms observed in plants infected by one or both fungi are analyzed: soil water and temperature regimes and a possible fungi antagonism.

Key words: melon, watermelon, collapse, dieback, yellowing and plants decline, *Monosporascus cannonballus*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia bataticola*.

REFERENCIAS

1. BERAHA, L.; TOWNER, D. B., y CAMP, T. H., 1976: Stem gumming and blight and sitem-end of Texas cantaloups caused by *Diplodia natalensis*. *Plant Dis. Rept.*, 60, mayo.
2. BRUTON, B. D.; HARTZ, T. K., y COX, E. L., 1985: Vine decline in muskmelon as influenced by cultivar and planting date. *Hort. Sciencie.*, 20(5): 899-901.
3. CARTER, W. W., 1979: Importance of *Macrophomina phaseolina* in vine decline and fruit rot of cantaloup in South Texas. *Plant. Dis. Rept.*, 63: 927-930.
4. CEBOLLA, V.; CAMPOS, T.; CASTELL, V., y GARCÍA, M., 1989: El colapso del melón. *Horticultura*, 45.
5. COTTINGHAM, Ch., 1981: Numbers and distribution of sclerotia of *Macrophomina phaseolina* in the soils of South Carolina. *Plant Disease*, abril.
6. FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, J.; GONZÁLEZ BENAVENTE, A.; CELDRÁN URIARTE, V., y LLORENS PASCUAL, J. I., 1990: Cultivos hortícolas en la Región de Murcia. *Agrícola Vergel*, abril.
7. GARCÍA, J.; VELÁZQUEZ, M. T., y ALFARO, A., 1989: *Acremonium* sp. agente causal del colapso del melón en el Levante español. Comunicación al V Congreso Nacional de Fitopatología.
8. GHAFAR, A., y AKHTAR, P., 1968: Survival of *Macrophomina phaseoli* (Maubl) ashby on cucurbit roots. *Mycopathol. MYCOL. Appl.*, 35: 245-248.
9. GÓMEZ VÁZQUEZ, J. M., 1989: Enfermedades causadas por hongos de suelo en melón y pepino. *Cuadernos de Fitopatología*, 3.^{er} trimestre.
10. HAWKSWORTH, D. L., y CICCARONE, A., 1978: Stu-

- dies on a species of *Monosporascus* isolated from Triticum. *Mycopathologia*, **66**: 147-151.
11. HEDGES, R. W., y MESSENS, E., 1990: *Genetic aspects of rhizosphere interactions. The Rhizosphere.* Edited by J. M. Lynch. Inglaterra.
 12. HELENA EYAL y COHEN, Y., 1986: Sudden wilt in muskmelons: a continuing Challenge. *Phytoparasitica*, **14**: 3.
 13. JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., y BLANCO-LÓPEZ, M. A., 1983: Incidence and distribution of Charcoal Rot of Sunflower by *Macrophomina phaseolina* in Spain. *Plant Disease*, septiembre.
 14. KRIKUN, J., 1985: Observations on the distribution of the pathogen *Monosporascus eutypoides* as related to soil temperature and fertigation *Phytoparasitica*, **13**: 225-228.
 15. LOBO RUANO, M., 1990: Nuevas consideraciones sobre la muerte súbita del melón. *Phytoma España*, **17**: 29-35.
 16. MIGUEL GÓMEZ, A. DE, 1990: La horticultura comestible valenciana. *Agricultura*, junio.
 17. POLLACK, F. G., y UECKER, F. A., 1974: *Monosporascus cannonballus* an unusual ascomycete in cantaloupe roots. *Mycologia*, **66**: 346-349.
 18. REUVENI, R.; KRIKUN, J., y SHANI, V., 1983: The role of *Monosporascus eutypoides* in an arid area of Israel. *Phytopathology*, **73**(9): 1223-1226.
 19. REUVENI, R., y KRIKUN, J., 1983: Occurrence of *Monosporascus eutypoides* under arid conditions in Israel. «*Trans. Br. Mycol. Soc.*», **80**(2): 354-356.
 - 19.1. REUVENI, R.; KRIKUN, J.; NACHMIAS, A., y SHLEVIN, E., 1982: The role of *Macrophomina phaseolina* in a collapse of melon plants in Israel «*Phytoparasitica*», **10**(1): 51-56.
 20. REUVENI, R.; NACHMIAS, A., y KRIKUN, J., 1983: The role of seedborne inoculum on the Development of *Macrophomina phaseolina* on melon. *Plant Disease*, **67**.
 21. SHOKES, F. M.; LYDA, S. D., y JORDAN, W. R., 1977: Effect of water potential on the growth and survival of *Macrophomina phaseolina* «*Phytopathology*», **67**: 239-241.
 22. SIVANENSAN, A.; TALDE, V. K., y TILAK, S. T., 1974: *Bitrimonospora indica*. Gen et Sp. Nov. a new loculoascomycete from India. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **63**: 595-597.
 23. TELLO MARQUINA, J. C., 1986: Especulaciones sobre las Micosis del melón y la sandía. «Ponencia II Symposium Nacional de Agroquímicas», Sevilla, enero.
 24. — Notas sobre las micosis del melón en La Mancha. *ITEA*, **63**: 45-60.
 25. — 1988: La competición microbiana en el suelo. *Horticultura*, **39**: 65-83.
 26. TROUTMAN, J. L., y MATEJKA, J. C., 1970 (Univ. Ariz., Yuma): Three fungi-associated with cantaloupe roots in Arizona. *Phytopathology*, **60**. *Annual Meeting Abstracts*: 1.317.
 27. UECKER, F. A., y POLLACK, G. F., 1975: Development and cytology of *Monosporascus cannonballus*. *Botanical Gazette*, **136**: 333-340.
 28. WATANABE, T., 1979: *Monosporascus cannonballus* an ascomycete from wilted melon roots undescribed in Japan. *Trans. Mycol. Soc. Japan*, **20**: 312-316.