

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

**Control de MNSV en  
melón mediante el  
control del hongo vector  
*Olpidium bornovanus*  
con Agral**

**Curso 2015/2016**

**Alumno/a: María Luísa Guirado Moya**

**Director/es: Julio M. Gómez Vázquez  
Julio César Tello Marquina**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar y sobre todo, quiero agradecer a Julio Gómez su tiempo, dedicación y la infinita paciencia que siempre ha mostrado conmigo cada vez que lo he requerido para que corrija la redacción de los trabajos fin de carrera que he presentado. Aunque haya pasado años sin verlo, él siempre ha estado dispuesto a recordarme y volver a explicarme esos pequeños detalles que soy incapaz de ver y que para él son tan evidentes.

También agradecer al profesor Javier Tello su disponibilidad para ser siempre tutor de mis trabajos y facilitarme los procedimientos académicos a seguir.

Este trabajo tampoco se hubiera realizado sin el apoyo de Josefina Ros, técnico del Laboratorio de Micología del Centro IFAPA de La Mojonera, desde aquí mi agradecimiento y mis mejores deseos para que se recupere pronto.

A mis compañeras durante mis años de becaria en el Centro IFAPA de La Mojonera, Yolanda Serrano y Marisa Aguilar por su amistad y ayuda en la realización y redacción del trabajo.

Como no puede ser de otra manera, quiero agradecer a toda mi familia: marido, hijos, hermanos y madre su constante apoyo cada vez que me embarco en un nuevo proyecto.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral

## Contenido

1- INTERÉS Y OBJETIVOS.....	- 1 -
1.1- Interés y valoración del problema.....	- 1 -
1.2-Objetivos del trabajo.....	- 5 -
2- FASES DE REALIZACIÓN Y CRONOGRAMA.....	- 6 -
3- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	- 8 -
3.1- El melón y su cultivo.....	- 8 -
3.1.1- Generalidades .....	- 8 -
3.1.2- Cultivo del melón en España .....	- 10 -
3.1.3- Cultivo del melón en Almería.....	- 12 -
3.1.4. Cultivo sin suelo de melón en Almería.....	- 15 -
3.2- Enfermedades causadas por hongos de suelo en cultivos de melón .....	- 16 -
3.2.1.- Caída de plántulas o damping-off. ....	- 16 -
3.2.2. Podredumbre de las raíces y del cuello causada por <i>Pythium aphanidermatum</i> .....	- 17 -
3.2.3. La fusariosis vascular del melón. ....	- 18 -
3.2.4. Necrosis radicular causada por <i>Olpidium bornovanus</i> .....	- 20 -
3.2.5- El colapso o muerte súbita del melón.....	- 21 -
3.3- <i>Olpidium bornovanus</i> y El Virus de las Manchas Necróticas del Melón (MNSV) .....	- 27 -
3.3.1- Características generales del género <i>Olpidium</i> .....	- 27 -
3.3.2- La especie <i>Olpidium bornovanus</i> (= <i>O. radiale</i> , <i>O. cucurbitacearum</i> ) .....	- 29 -
3.3.3- Virosis transmitidas por las diferentes especies de <i>Olpidium</i> . El Virus de las Manchas Necróticas del Melón (MNSV).....	- 31 -
3.4- Control de las enfermedades de suelo en cultivos de melón .....	- 34 -
4- MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 37 -
4.1- Descripción del experimento .....	- 37 -
4.2 Multiplicación del inóculo .....	- 40 -
4.3 Toma de datos y análisis. ....	- 42 -
4.4- Detección de <i>Olpidium bornovanus</i> , MNSV y CVYV.....	- 43 -
5- RESULTADOS .....	- 45 -
5.1 Síntomas observados .....	- 45 -
5.2 Detección de <i>Olpidium bornovanus</i> , MNSV y CVYV .....	- 46 -
5.3 Producción potencial.....	- 48 -
6- DISCUSIÓN.....	- 49 -
7- CONCLUSIONES .....	- 51 -
8- BIBLIOGRAFÍA.....	- 52 -

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral

## 1- INTERÉS Y OBJETIVOS

### 1.1- Interés y valoración del problema

El melón es una de las hortalizas más cultivadas en todo el mundo. En España su cultivo es una tradición muy arraigada en zonas como La Mancha, Murcia, Levante y Andalucía. El cultivo de melón en La Mancha se realiza al aire libre y en extensas zonas de secano, sin embargo, en los últimos años, la superficie cultivada con riego localizado es cada vez mayor, ya que así, los productores pueden controlar mejor el buen desarrollo del cultivo y su óptima llegada a término. En las demás zonas de cultivo, éste es realizado de forma intensiva, y en el caso de Almería se hace en invernadero, y aunque la superficie dedicada a este cultivo ha descendido algo en los últimos años, en 2014, la superficie dedicada a esta especie ascendió a 2,591Ha (2).

Durante el año referido la producción total de melón en España ascendió a 750,151 Tm (1), 101,261 de ellas fueron producidas en Almería lo cual supone más del 13% de la producción total de España (2), con un valor de mercado de unos 44 millones de euros (3), que aunque no es uno de los cultivos más significativos de la provincia, sigue siendo bastante importante, sobre todo durante la campaña de primavera. Su recolección se realiza principalmente durante el período comprendido entre mayo y junio adelantándose al resto de España, siendo los tipos de melón más cultivados los Galia y Cantalupo, ambos muy apreciados en Europa (Reche, 2008).

El cultivo de melón al aire libre es testimonial en Almería, su ciclo es más tardío ya que está especializado en el melón tipo piel de sapo que requiere diferentes condiciones de cultivo a los tipos antes mencionados. Este tipo melón es principalmente cultivado en zonas con el interior de la Comunidad Autónoma de Murcia y en la zona de La Mancha (Buil, comunicación personal).

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

El melón sufre, al igual que otros cultivos una serie de plagas y enfermedades, que suelen causar importantes pérdidas económicas. Entre las enfermedades de tipo aéreo, cabe destacar el oidio (*Podosphaera fuliginea* = *Podosphaera xanthii*), el chancro gomoso del tallo (*Didymella bryoniae*), o la podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) (González *et al.*, 1994), que aunque son las responsables de importantes pérdidas económicas, no suelen alcanzar las producidas por las enfermedades causadas por hongos de suelo, debido a la mayor eficacia de su control. Los síntomas causados por estas últimas, acostumbran a ser de mayor gravedad y generalmente provocan la muerte de las plantas, con la consiguiente pérdida de la cosecha. Una de las más importantes es la fusariosis vascular, cuyo agente causal es *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, del cual existen actualmente 4 patotipos diferentes (Gómez y Tello, 2000). *Rhizoctonia solani* es otro hongo capaz de causar la muerte masiva de plantas en cultivos de melón (Cebolla *et al.*, 1990; Tello *et al.*, 1990).

Las enfermedades causadas por virus son también muy importantes, sobre todo las transmitidas a través de insectos en zonas en las que los cultivos no se encuentran protegidos, ejemplos de estas virosis son: CVYV (Cucumber Vein Yellowing Virus), CYSDV (Cucumber Yellowing Disorder Virus) y ToLCNDV (Tomato Leaf Curl New Delhi Virus) transmitidos por *Bemisia tabaci*, o CABYV (Cucurbit Aphid-Borne Yellowing Virus), CMV (Cucumber Mosaic Virus), ZYMV (Zucchini Yellow Mosaic Virus) y WMV (Watermelon Mosaic Virus) transmitidos por distintas especies de áfidos (4). Otras virosis importantes son las transmitidas por semilla y mecánicamente como SqMV (Squash Mosaic Virus) o CGMV (Cucumber Green Mosaic Virus) y el MNSV (Melon Necrotic Spot Virus) que es transmitido a través del hongo de suelo *Olpidium bornovanus* (4).

Desde hace más de 30 años los cultivos de melón y sandía en España se ven afectados por un síndrome denominado colapso o muerte súbita (Cebolla *et al.*, 1985; Gómez *et al.*, 1988; García *et al.*, 1989a y Lobo, 1990a). El síntoma más característico es un marchitamiento repentino de las plantas y muerte de las mismas cuando está próximo el momento de recolección de los frutos, o durante el mismo,

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral

sin mostrar aparentemente ningún otro síntoma de enfermedad. El colapso del melón fue un gran problema durante las décadas de los 80 y 90, convirtiéndose en el principal factor limitante de este cultivo en diferentes zonas productoras de España (García-Jiménez *et al.*, 1993; Cuadrado *et al.*, 1993).

En España, *Rhizoctonia solani* fue el primer patógeno citado como agente causal del colapso del melón en la zona del Levante español (Cebolla *et al.*, 1988).

Más tarde, otro hongo, *Acremonium cucurbitacearum* fue asociado al colapso del melón en España (García-Jiménez *et al.*, 1989) y, posteriormente, el ascomiceto *Monosporascus cannonballus*, fue también asociado a este síndrome (Lobo, 1990 b), aunque en ambos casos la determinación de estos hongos como agente causal del colapso no fue probada.

En Almería la muerte súbita del melón empezó a observarse a primeros de los años 80. Los experimentos realizados inoculando con *Olpidium radicale* mostraron necrosis del hipocotilo, siendo en ocasiones el único síntoma de la enfermedad, marchitamiento y muerte. Esta fue básicamente la situación en los invernaderos comerciales de melón, en los que algunas plantas mostraban manchas necróticas o estrías típicas de MNSV y la mayoría se marchitaban y morían mostrando necrosis del hipocotilo, e incluso en un pequeño porcentaje morían sin que se observara ningún síntoma. Los resultados mostraron que el síndrome de muerte súbita podía estar causado o estrechamente asociado a la infección por MNSV. La variabilidad de los síntomas que se observaron pudieron quizás depender de las condiciones ambientales y del estado vegetativo en el que fueron realizadas las infecciones, o incluso de la forma en que ésta se produjo (Cuadrado *et al.*, 1993).

La similitud de estos síntomas con algunos de los descritos en Grecia y Japón por Avgelis (1985) e Hibi y Furuki (1985), la detección en las plantas enfermas del Virus de las Manchas Necróticas del Melón (MNSV) (Luis, 1986) y la presencia de *Olpidium bornovanus* (= *Olpidium radicale*) en un importante porcentaje de los

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

invernaderos prospectados (Gómez *et al.*, 1990), hicieron que se planteara la hipótesis de que la enfermedad estuviese causada por MNSV.

Teniendo en cuenta tanto la importancia mundial del cultivo del melón y como la también mundial distribución del virus, se hace necesario buscar un método efectivo de control que permita reducir las pérdidas producidas por esta enfermedad.

Varios son los métodos descritos en la bibliografía que se han probado para realizar este control, los más significativos de mención son:

- Introducción de resistencia genética a MNSV controlada por un gen recesivo (Coudriet *et al.*, 1979).
- El injerto del melón sobre patrones no huéspedes del virus también puede ser una alternativa, sin embargo, aunque este método se ha mostrado eficaz en la lucha contra la infección por MNSV, en algunos casos, la falta de afinidad entre el patrón y la variedad puede suponer un problema importante. Algunos de los portainjertos que han mostrado mayor afinidad has sido RS-841, y *Benincasa cerífera* (Gómez *et al.*, 1993b)
- Desinfección del suelo con diferentes desinfectantes: formol, bromuro de metilo y metam sodio, estos métodos han producido resultados variables, dependiendo tanto de los biocidas empleados, como, al parecer, de las condiciones ambientales que se producen en los invernaderos en años diferentes. Ninguno de los 3 desinfectantes empleados fue capaz de eliminar completamente el hongo del suelo. Tampoco fue eficaz la solarización del suelo durante dos meses realizada conjuntamente con estos tratamientos de fumigación del suelo (Gómez *et al.*, 1993 a).
- Sobre cultivo sin suelo sobre perlita, la solarización de los sacos durante un período de 60 días tampoco se ha mostrado totalmente eficaz, y parece depender en gran medida de las condiciones ambientales bajo las que se realice el tratamiento (Guirado *et al.*, 2006).
- La saturación del sustrato contaminado con una solución de hipoclorito sódico a la concentración de 3000 ppm, practicada por algunos cultivadores



## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

de la zona, tampoco se ha mostrado como un método eficaz de control (Guirado *et al.*, 2006).

- La esterilización del sustrato, en concreto lana de roca, con vapor de agua, también ha resultado eficaz para controlar MNSV en cultivo de pepino (Bos *et al.*, 1984)
- La utilización del mojante Agral (óxido de alquil fenol etileno) ha resultado eficaz en cultivo hidropónico de pepino, por su efecto contra las zoosporas del hongo, cuando ha sido aplicado como aditivo a la concentración de 20 µg/ml, en las soluciones nutritivas (Tomlinson y Thomas, 1986). Sin embargo, en experimentos realizados en melón, si bien este tratamiento resulta totalmente eficaz para controlar la infección de las plantas por *O. bornovanus* y MNSV, también ha disminuido la producción de frutos de manera altamente significativa (Gómez, 1993)

### 1.2-Objetivos del trabajo

El objetivo principal fue comprobar si la aplicación del mojante Agral ® (Nonilfenil-polietilenglicol (éter) 20% p/v) aportado a la solución nutritiva, evitaba que *Olpidium bornovanus* infectara las raíces e impedía la consiguiente infección por el Virus de las Manchas Necróticas del Melón en cultivo sin suelo sobre sustrato de perlita.

El otro objetivo fue comprobar si la adición del mojante Agral a la solución nutritiva podía causar fitotoxicidad en las condiciones de cultivo ensayadas.

## 2- FASES DE REALIZACIÓN Y CRONOGRAMA

Las fases en las que se dividió el trabajo fueron:

### **1º- Planteamiento del experimento para la óptima elección de todos los parámetros:**

Se decidió que el período de cultivo fuera durante la primavera que es cuando se realizan tradicionalmente los cultivos de melón protegidos en invernadero en Almería.

Debido a las características de los patógenos con los que se iba a trabajar, se eligió un sistema de cultivo sobre sustrato en sacos de perlita, ya que el trabajo en suelo con este tipo de patógenos requiere de unos ingentes y costosos preparativos, e incluso así, el suelo siempre sería un factor de variabilidad que podría influir en los resultados.

El sistema de cultivo, como es lógico, determinó que el sistema de riego elegido fuese por goteo mediante microtubo y piqueta. El riego se aplicó en función del volumen y pH del agua de drenaje.

Los tratamientos aplicados se eligieron para comprobar las hipótesis de trabajo planteadas, intentaron simular las condiciones necesarias para producir la infección de las plantas a través del agua de riego, poder aplicar el tratamiento a dicha agua, y disponer de los controles necesarios para discriminar entre los factores que introdujimos y que controlamos, y los que se pudieran dar durante el cultivo que escapasen a nuestro control, y que podrían tergiversar los datos obtenidos.

Igualmente, el diseño experimental, fue escogido en función de los factores introducidos, además de las características del cultivo y la disponibilidad de espacio del invernadero.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral

**2º- Cronograma**

**Diciembre:** Siembra plantas de que constituirían la fuente de inóculo

**Febrero:** Inoculación de plantas utilizadas para multiplicar el inóculo

**Marzo:** Siembra del experimento

**Abril:** Primera contaminación de los depósitos de riego del experimento (en los tratamientos correspondientes) y de plantas de la fuente de inóculo constante con zoosporas de *Ospidium bornovanus*.

Semanalmente: Realización de las contaminaciones de los depósitos utilizados para regar los tratamientos con *O. bornovanus* y observación de síntomas.

**Mayo:** Semanalmente: Realización de las contaminaciones de los depósitos utilizados para regar los tratamientos correspondientes y observación de síntomas.

**Junio:** Observación de síntomas al final del cultivo, recolección de frutos, observación de raíces y análisis de las plantas mediante la técnica ELISA e hibridación molecular para la detección de virus.

**Julio:** Análisis de datos mediante métodos estadísticos y elaboración de resultados.

### 3- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1- El melón y su cultivo

##### **3.1.1- Generalidades**

El melón (*Cucumis melo*) es una planta anual que pertenece a la familia de las Cucurbitáceas, con origen en climas templados, cálidos y luminosos, que suele presentar en condiciones normales de cultivo una vegetación exuberante con tallos poco consistentes y tiernos, que adquieren mayor desarrollo en las estaciones secas y calurosas (Zapata *et al.*, 1989). Sus tallos, herbáceos y rastreros, son muy vellosos y relucientes provistos de zarcillos caulinares que le dan capacidad para trepar. Del cuello de la planta parten entre 5 y 6 ramas principales que dan lugar a las ramas secundarias (Serrano, 1996). Las hojas son pinnado partidas, divididas en 3-5 lóbulos redondeados, que a su vez también se componen de varios segmentos redondeados. En el haz, el limbo es liso mientras que el envés está cubierto de pilosidades (Camacho, 2003).

El sistema radicular es muy ramificado aunque la raíz principal alcanza mayor desarrollo que las secundarias (Serrano, 1996).

Es una planta monoica, con flores solitarias masculinas y femeninas que aparecen en las axilas de las hojas. La flor femenina posee un ovario ínfero que se distingue muy bien a simple vista. El cáliz es de color verde con sépalos libres y la corola está formada por cinco pétalos de color amarillo. La flor femenina aparece en brotes secundarios y terciarios. La polinización es entomófila (Camacho, 2003).

Los frutos alcanzan su madurez, en condiciones normales de cultivo, a los 45 días tras la fecundación de la flor, presentando tamaño variable dependiendo de la variedad. Su forma puede ser esférica, deprimida, oblonga, ovoidea, oval o redonda, en la parte opuesta al pedúnculo, las piezas florales y el estilo dejan sobre el fruto

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

una cicatriz circular denominada ombligo. La mayor parte de las variedades tienen en la corteza de 9 a 12 costillas separadas por surcos. Una vez maduro su superficie puede estar cubierta de prominencias que reciben el nombre de "verrugas", o bien por líneas grisáceas de tejido leñosos que imitan a una red. Antes de madurar el fruto es de color verde, adquiriendo conforme madura, un color pardo o verde amarillento, que puede ser de manera uniforme o moteada. La carne puede tener distintas coloraciones: blanca, verde, amarilla, naranja o roja. El gusto, aroma y consistencia del fruto son variables, al igual que la cavidad central, donde se encuentran las semillas (Zapata *et al.*, 1989).

El melón requiere calor para su cultivo y una humedad no excesiva, pues de lo contrario su desarrollo no es normal, no madurando bien los frutos y perdiendo calidad en regiones húmedas y con poca insolación. El desarrollo vegetativo de la planta se detiene cuando la temperatura del aire es inferior a 13°C, helándose a 1°C. Las temperaturas ideales son: 28-32°C para la germinación, 20-23°C para la floración y 25-30°C para el desarrollo (Zapata *et al.*, 1989).

En el primer desarrollo de la planta, la humedad relativa debe estar comprendida entre el 65-75%, en la floración entre el 60-70% y para la fructificación entre el 55-65% (Zapata *et al.*, 1989).

Las plantas de melón necesitan bastante agua durante el período de crecimiento y sobre todo en el engorde y maduración de los frutos, siempre dependiendo del clima local y la insolación que reciba. La falta de agua da lugar a menores rendimientos, tanto en cantidad como en calidad. También es muy importante la cantidad de horas de luz, necesitando al menos, 15 horas al día (Zapata *et al.*, 1989).

Prefiere suelos ricos, profundos y mullidos, bien aireados y drenados, consistentes y con un pH comprendido entre 6 y 7. Tolera los suelos calcáreos, pero es muy sensible a los encharcamientos que producen podredumbre de raíces

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

y frutos. Durante el período de crecimiento, el melón, requiere una temperatura del suelo mayor de 10°C, puesto que así, aumenta su capacidad de absorción de agua. Si la temperatura del suelo es demasiado baja se puede producir un déficit hídrico que se manifiesta en la decoloración de las hojas contiguas a los frutos, desecamiento de ápices y finalmente, marchitez de las plantas (Zapata *et al.*, 1989).

### **3.1.2- Cultivo del melón en España**

Las principales zonas productoras de melón en España están en Andalucía, dónde Almería es la principal productora, Murcia, Castilla La Mancha y la Comunidad Valenciana (Maroto, 2000).

Los tipos de melón cultivados en España son:

#### **Galia**

El fruto de los melones tipo Galia es redondo u oval, con la piel amarilla y reticulada de 500 a 1200g de peso, siendo el tamaño medio de unos 800g. La carne es blanco-verdosa con un contenido de azúcar de entre 14 y 16° Brix. Junto con los Cantalupos es el tipo más precoz: la plantación se hace en enero y las recolecciones van desde principios de abril hasta finales de mayo (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

#### **Cantalupo**

El fruto es esférico o ligeramente aplastado, de piel lisa o reticulada, con costillas poco marcadas y un peso que va desde los 400 hasta los 1100g, su carne es color salmón y muy aromática. Para su recolección se recomienda un contenido de azúcar de unos 12-14°Brix, ya que si sobrepasa los 15°Brix su conservación es bastante corta (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

### Amarillo

El fruto es de forma ovalada, de piel lisa o ligeramente rugosa, amarilla en la madurez, sin escriturado, con un peso de entre 1000-2500 gramos. La carne es blanca, crujiente y dulce, de unos 12-14° Brix. Posee una buena conservación y alta resistencia al transporte (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

### Verde (Piel de Sapo y Rochet)

Los frutos de Piel de Sapo son elípticos, de piel verde con manchas más oscuras muy características, los de Rochet son algo más redondeados, de piel lisa y verde y algo escritos. Ambos frutos suelen pesar entre 2,5-4 Kg. Su carne es blanco amarillenta, crujiente y con un alto nivel de azúcar, hasta 151° Brix. Estos tipos de melón son tradicionalmente cultivados al aire libre, aunque también lo son en invernadero (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

En Almería casi la totalidad de la producción se realiza bajo cultivo protegido y se dedica a la exportación, la cosecha comienza a mediados de abril y termina en junio. Los tipos de melón más cultivados son el Charentais y Galia (Maroto, 1997).

En Murcia se cultivan mayormente los tipos Galia y Amarillo que se dedican a la exportación y parte de melón verde destinado al mercado interior, la recolección comienza en junio y acaba en agosto (Maroto, 1997).

Castilla La Mancha es la principal zona productora de melón tipo español o piel de sapo, siendo la producción de otros tipos meramente testimonial. Casi toda la producción se destina al consumo interior, la recolección comienza a mediados de julio y acaba a mediados de septiembre (Maroto, 1997).

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

En la Comunidad Valenciana, el tipo cultivado es también el tipo español, por eso, tanto el destino de la producción como las fechas de recolección son iguales a las de Castilla La Mancha (Maroto, 1997).

### **3.1.3- Cultivo del melón en Almería**

En Almería el ciclo de cultivo de melón extratemprano se consigue realizando las siembras en semilleros bajo invernaderos calefactados. Los cultivares usados son tipos Galia y se suelen sembrar en los semilleros desde finales de noviembre, realizando el trasplante a invernadero calefactado partir de mediados de Enero, con lo cual, la recolección comienza a principios de abril. Sin embargo, es más frecuente realizar la siembra a mediados-finales de diciembre y comenzar la recolección a finales de abril o principios de mayo (Maroto, 1997).

El melón debe plantarse con cepellón de semillero, lo que permite asegurar un cultivo homogéneo y evita trabajo en el invernadero por problemas de germinación debido a las bajas temperaturas del suelo durante ese período. La siembra en semillero se hace en bandejas alveolares y se mantiene a una temperatura de 25-30°C durante el día y 13-15°C durante la noche (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

Antes de plantar es recomendable realizar la desinfección del suelo, preferentemente mediante solarización, por su economía y respeto al medio ambiente. Este sistema de desinfección realizado correctamente ayudará a eliminar del suelo insectos, nematodos, hongos y malas hierbas (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

La plantación se realiza cuando la planta tiene entre 2 y 3 hojas verdaderas, la densidad del cultivo dependerá de la conducción del cultivo (rastrero o entutorado). En cultivo rastrero, la planta se extiende por el suelo y la densidad de



## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

plantación suele ser de 0,75-1 plxm<sup>-2</sup>, o sea, 7500-10000 plxha (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

En cultivo entutorado, las plantas se apoyan en hilos o mayas y se desarrollan de forma vertical, en este caso la densidad de plantación aumenta a 1,5-2 plxm<sup>-2</sup> a una guía, o a 1,2-1,5 plxm<sup>-2</sup> dos guías, este último tipo es el más utilizado, ya que disminuye el número de plantas necesarias y con un buen aclareo permite un cultivo más manejable e insolarizado. Aunque el sistema de cultivo rastrero es el más utilizado por el abaratamiento que supone en mano de obra, el sistema de cultivo entutorado se utiliza en el caso en el que se pretendan conseguir frutos de mayor calidad (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

La poda se realiza con la finalidad de favorecer la aparición temprana de flores femeninas, y por tanto, un adelanto de la producción, además la poda favorece la ventilación del cultivo, lo cual ayuda a controlar la calidad y el tamaño de los frutos. En el cultivo rastrero se decapita la planta en estado de 4-6 hojas para forzar la aparición de ramas secundarias que se despuntan después para que aparezcan ramas terciarias. En el cultivo entutorado, la poda a dos guías es la más extendida, para ello se despunta el tallo principal por encima de la segunda hoja y se entutoran los dos brotes que salgan, las flores pistiladas y los frutos cuajados que aparecen por debajo de los 50 cm se eliminan. En ambos casos, las ramas que portan los frutos se pinzan 1-2 hojas por encima del fruto (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

Las necesidades de agua y abono dependen del estado de la planta, hasta la floración se deberán de dar riegos cortos y frecuentes para favorecer el desarrollo radicular y la floración y el abonado debe ser rico en fósforo. Desde la floración al cuajado de los frutos se debe evitar abonar con exceso de nitrógeno para evitar el exceivo desarrollo vegetativo. Después del cuajado, el riego ha de ser frecuente y abundante para favorecer el engorde y el abono ha de aportar nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. Cuando los frutos lleguen a su tamaño

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

definitivo, los riegos han de acortarse y espaciarse y aumentar el potasio aportado para dar más calidad al fruto (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

Al comenzar la floración, las flores abren a primera hora de la mañana y permanecen receptivas durante 2-3 días. Es necesario el empleo de colmenas para asegurar una correcta polinización y asegurar una buena calidad de los frutos, normalmente se coloca una colmena cada 5000 m<sup>2</sup>. Las altas temperaturas son muy peligrosas para las abejas, por lo que la colmena ha de protegerse *et al.* ocarla en el sitio más fresco posible, así mismo hay que tener mucho cuidado con los productos químicos que se apliquen ya que pueden resultar tóxicos para las abejas (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

La fecha de recolección del melón en invernadero está subordinada a la variedad cultivada, zona de cultivo, época de siembra o plantación, cultivo entutorado o no, y sobre todo de la concentración de azúcar. Lo normal es comenzar la recogida de frutos en el mes de abril y finalizar en junio. La fecha de inicio de la recolección suele comenzar a partir de los 2,5-3,5 meses de la siembra/trasplante, con una cadencia de 2-10 días, dependiendo de la abundancia o no de la fructificación, aunque por lo general es un corte semanal. El tiempo que dura la recolección también es muy variable, no soliendo rebasar los 30-40 días (Reche, 2008).

A veces, y debido a una reducida cotización de los frutos, el agricultor lleva a cabo una sola recolección con arranque de plantas. Los frutos han de recolectarse con la graduación mínima de azúcar en grados Brix. No obstante, los frutos de variedades pequeñas, tipo *cantalupo*, la madurez no sólo se determina por el contenido de azúcar sino por el color de la pulpa que debe ser asalmonada o color zanahoria. Como norma general, los azúcares totales medidos con el refractómetro han de oscilar entre 12 y 14° Brix; aunque hay variedades que el grado de azúcar alcanza fácilmente 16° Brix (Reche, 2008).

#### **3.1.4. Cultivo sin suelo de melón en Almería.**

En el sudeste español, se estiman que en 2004 existían entre 4.500 y 5.000 hectáreas en explotación mediante sistemas de cultivo sin suelo (Urrestarazu, 2004).

Aunque los sistemas de cultivo sin suelo son más caros y complicados de manejar, se han ido introduciendo como alternativa a los sistemas tradicionales de cultivo en suelo enarenado debido a la mejora de la productividad. Las plantas encuentran mejores condiciones para el desarrollo de sus funciones ya que la rizosfera se sitúa en las condiciones óptimas de los elementos necesarios (Cánovas, 1994).

Entre las ventajas más importantes de los cultivos sin suelo destacan: la mayor velocidad de crecimiento del cultivo, el sustrato proporciona mejores condiciones de enraizamiento, los nutrientes que se aportan se aplican en solución controlando mejor la fertilidad y el pH del medio enraizante, y teóricamente eliminan los patógenos transmitidos a través del suelo. Aunque todas estas ventajas no son tales sin un conocimiento completo de la tecnología empleada (Zinnen, 1998).

Es muy importante realizar un adecuado manejo del riego en estos sistemas, para ello el sistema más empleado es el de riego a la demanda consistente en colocar dos unidades de sustrato en contacto directo con el fondo de una bandeja en la que se han colocado dos sensores, de manera que cuando el nivel de agua de drenaje baja por debajo de uno de ellos, se manda una señal que dispara automáticamente el riego hasta que el nivel de agua de drenaje alcanza el otro sensor, entonces se detiene el riego (Requena, 1999)

El cultivo de melón en hidropónico (sin suelo), mejora la uniformidad y se controla mejor la nutrición, a la vez que se reduce el riesgo de enfermedades transmitidas a través del suelo, es por esto último, por lo que, a veces, se elige esta técnica de cultivo a pesar de su elevado coste económico y ambiental. Los sustratos

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

más empleados son tablas de lana de roca o sacos de perlita con sistema de riego con emisores de laberinto o membrana con microtubo y pinza de sujeción (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997).

En este tipo de cultivo se han de realizar medidas diarias del volumen de agua de drenaje y de su pH y conductividad eléctrica (CE). Tanto la composición de la solución nutritiva como el porcentaje de drenaje variarán dependiendo del estadio del cultivo y las condiciones climáticas (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997), así es recomendable iniciar el cultivo con porcentajes del 10% e ir incrementándolos hasta el 30-35% durante el engorde del fruto para bajar durante la maduración a valores en torno a 20-25% (Maroto, 1997).

El mayor o menor drenaje va a estar en función de la calidad del agua de riego, siendo mayor cuanto mayor sea la salinidad de la solución aportada. El correcto control de riego debe evitar oscilaciones de pH y en especial de la conductividad en el agua de drenaje con el fin de prevenir el agrietado y ahucado de frutos producido por bajadas bruscas de la conductividad eléctrica en la fase de crecimiento de los mismos.

### 3.2- Enfermedades causadas por hongos de suelo en cultivos de melón

#### **3.2.1.- Caída de plántulas o damping-off.**

La caída de plántulas y podredumbre radicular de plántulas de melón, ha sido atribuída, entre otros géneros, a varias especies de *Pythium*, incluyendo *P. ultimum*, *P. aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. myriotylum* y a *Phytophthora drechsleri* (Gubler, 1996).

Las podredumbres radiculares causadas por estos patógenos suelen presentar síntomas similares. En plántulas, una podredumbre húmeda se desarrolla en la raíz principal y en el hipocotilo. El damping off o una marchitez más lenta

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

suelen ir precedidos de clorosis en las hojas y los cotiledones. Las raíces pueden presentar una o varias lesiones (Gubler, 1996).

En Almería, *Pythium aphanidermatum*, especie típica de climas tropicales, es capaz de causar graves pérdidas de plántulas con síntomas de marchitamiento en verde debido a una podredumbre húmeda del cuello. Las plantas afectadas se doblan sobre la parte dañada y caen sobre el sustrato (Gómez, 1994).

Al menos dos especies de *Phytophthora*, capaces de causar importantes enfermedades en los cultivos de tomate tipo cereza y pepino holandés de la Vega de Motril-Carchuna, causaron enfermedad al ser inoculadas sobre plántulas de melón (Álvarez y Gómez, datos no publicados).

*Rhizoctonia solani* es otro agente que se puede encontrar asociado a la caída de plántulas en semilleros de melón y otras cucurbitáceas, produciendo una sintomatología prácticamente idéntica a la provocada por *Pythium aphanidermatum* (Gómez, 1994). *Phytophthora* sp, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* y *Chalara elegans* han sido confirmados como agentes patógenos implicados en la caída de plántulas en semilleros del sudeste andaluz. El complejo MNSV-*Olpidium bornovanus* puede ocasionar un síndrome muy parecido cuando la siembra de melón se realiza sobre un sustrato muy contaminado por el hongo vector del virus (Gómez, 2004).

### **3.2.2. Podredumbre de las raíces y del cuello causada por *Pythium aphanidermatum*.**

*P. aphanidermatum* ha mostrado también, en otros experimentos realizados, su capacidad para causar enfermedad a las plantas de melón y de sandía en cultivos sin suelo sin suelo (Gómez, J. en Urrestarazu, 2004)

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

En melón, sus daños consistentes en necrosis del sistema radicular y reducción de la producción y, en ocasiones, necrosis del hipocotilo, sólo se manifestaron después de la recolección de la primera tanda de frutos. Las mermas en la producción de las dos tandas de frutos recolectadas se estimaron en un 25% (Gómez, J. en Urrestarazu, 2004).

### **3.2.3. La fusariosis vascular del melón.**

La fusariosis vascular del melón es una enfermedad ampliamente extendida a nivel mundial y ha sido y es una enfermedad limitante de gran importancia en este cultivo. La enfermedad está causada por *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*, y actualmente se conocen cuatro razas del mismo, la 0, 1, 2 y 1-2.

En España, la fusariosis vascular del melón fue citada por primera vez en 1982 (Tello *et al.*, 1986), y fue detectada en Almería en 1985 (Tello *et al.*, 1987).

El síndrome de la enfermedad incluye dos procesos sintomatológicos:

**Tipo "yellow" o amarilleamiento:** las hojas amarillean progresivamente de forma unilateral adquiriendo una consistencia quebradiza y emiten un característico olor a madreelva. Después aparecen necrosis longitudinales sobre tallos y peciolo acompañados de exudación gomosa que posteriormente se recubre de micelio blanco. Este síndrome está causado por las razas 0, 1, 2 y 1-2 tipo yellow.

**Tipo "wilt" o marchitamiento:** se produce un marchitamiento brusco de la planta que evoluciona desde la base hacia el ápice. El tallo no presenta ningún síntoma externo. Este síndrome lo provoca la raza 1-2 Wilt.

Cualquiera que sea el síndrome observado, el final siempre es la muerte de la planta (Gómez, 2004)

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

Además, los síntomas de fusariosis dependen de los factores ambientales, del estado fenológico de las plantas en el momento de la infección y de la agresividad y densidad de las poblaciones del patógeno. Cuando la población del patógeno es muy alta produce síntomas de damping-off en plántulas, en cultivos estériles también puede producir podredumbre de las semillas (Gómez, 2004).

El síntoma de marchitez es resultado de una ineficiencia en el transporte de agua causada por la formación de tilosas, gomas y geles y rotura de las células parenquimáticas del xilema. Una vez que aparece la marchitez, las hojas se desecan y necrosan y las plantas pueden morir en 2 ó 3 días. Las plantas que no se marchitan y mueren quedan enanas con un desarrollo muy pobre (Martyn, 1996).

Cuando se realiza un corte transversal de los tallos se puede observar una coloración amarillenta o marrón de uno o varios de los haces vasculares de la planta. Se conocen cuatro razas fisiológicas del patógeno dentro de la forma especializada: 0, 1 y 2 (González *et al.*, 1994) y 1-2 (Gómez y Tello, 2000).

Los propágulos del hongo pueden ser diseminados por el suelo, restos de plantas enfermas y operaciones de cultivo tales como podas y recolección de frutos, y por las semillas de plantas infestadas (Bruton, 1998).

La conservación del hongo mediante clamidosporas en el suelo, hace inviable el control de la enfermedad mediante técnicas tradicionales tales como la rotación de cultivos, o mediante desinfección o solarización del suelo, aunque así se pueda disminuir su gravedad.

El control más eficaz del patógeno se consigue mediante el uso de variedades resistentes o mediante el injerto de la variedad sobre patrones de híbridos interespecíficos de *Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata* y Benincasa cerífera, siendo el injerto por aproximación el más utilizado (Maroto, 1990).

### **3.2.4. Necrosis radicular causada por *Olpidium bornovanus***

Tanto en los cultivos en suelo como en los "sin suelo" de la provincia de Almería es muy frecuente la presencia de dos hongos de suelo, parásitos obligados, pertenecientes al género *Olpidium*: *O. bornovanus* y *O. brassicae*, que parasitan las raíces de plantas de melón, pepino y sandía. Ambas especies son vectores de virus que causan enfermedades importantes en varias especies de cucurbitáceas: *O. brassicae* transmite el virus de la necrosis del tabaco (TNV), y *O. bornovanus* transmite el virus de la necrosis del pepino (CNV) y el virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) (Gómez1994).

La presencia de *O. bornovanus* es frecuente en suelos agrícolas cultivados y en aguas de riego en la provincia de Almería (Gómez, 1990; Gómez y Velasco, 1991).

*O. bornovanus* se encuentra asociado de manera consistente a necrosis del sistema radicular de melón, sandía y pepino, lo cual podría deberse a la exteriorización de un síntoma causado sólo por este hongo o asociado a otros hongos de suelo. En experimentos de inoculación realizados en melón cv. Vital resistente a MNSV, sobre cultivo hidropónico de lana de roca, se puso de manifiesto la patogeneicidad de *O. bornovanus* ya que existieron mermas de producción significativas con respecto al testigo y un menor tamaño de los frutos causados por las necrosis del sistema radicular de las plantas inoculadas (Gómez, 1993).

Según Campbell y Sim (1994), aislados específicos de *O. bornovanus* libres de virus fueron capaces de causar necrosis y de reducir el desarrollo del sistema radicular en plantas de melón y pepino al compararlas con las no inoculadas o con las inoculadas con cepas de *O. brassicae*.



### 3.2.5- El colapso o muerte súbita del melón

El colapso o muerte súbita han sido reportados en cultivos de melón en todo el mundo, siendo un factor limitante para este cultivo. El síndrome consiste en la repentina muerte de las plantas cuando se encuentra próximo el momento de la recolección sin que aparezca previamente ningún síntoma (García-Jiménez *et al.*, 1989a).

Varios agentes causales de este síndrome, los más importantes son los siguientes:

#### *Monosporascus cannonballus*

El género *Monosporascus* fue creado por Pollack and Uecker en 1974, cuando procedieron a clasificar un hongo asociado a raíces de melón tipo cantalupo procedente de Arizona y considerado agente causal de la podredumbre de raíces secundarias bajo condiciones de invernadero (Troutman and Matejka, 1970), dicho hongo fue nombrado por los autores como *Monosporascus cannonballus*.

Posteriormente otra especie perteneciente a este género, *Monosporascus eutypoides*, fue encontrada en Israel asociada a raíces de melón de plantas colapsadas (Reuveni and Krikun, 1983). En trabajos posteriores, también realizados en Israel, se demuestra la capacidad de *M. eutypoides* para causar el colapso de casi el 50% de las plantas de melón cv. Galia inoculadas con el hongo bajo condiciones controladas. Los síntomas aparecieron antes y su evolución fue más rápida en plantas mantenidas en un régimen de temperaturas de 30/20°C, que en las plantas que se mantuvieron entre 25/20°C (Reuveni *et al.*, 1983).

En 1998, Bruton, considera sinónimos a las dos especies asignándole al hongo el nombre de *M. cannonballus*.

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

Los síntomas que presentan las plantas cultivadas en las que el hongo es detectado en las raíces son enanismo, amarilleamiento y necrosis de las hojas del ápice seguida de una necrosis progresiva de las hojas. Aproximadamente de 10 a 14 días antes de la recolección la cubierta vegetal puede colapsar exponiendo los frutos a la intensa radiación solar (Martyn and Miller, 1996). El colapso de las plantas suele ocurrir una semana antes de la recolección (Mertely *et al.*, 1991).

Los síntomas primarios sobre las raíces incluyen un pardeamiento extensivo y necrosis de la raíz principal y raíces laterales, decoloración vascular y discreto pardeamiento de las lesiones corticales. El colapso y podredumbre radicular causados por *M. cannonballus* puede ser distinguido de otro tipo de colapso en melón por la presencia de peritecas negras en las raíces y la ausencia de decoloración vascular o lesiones en las partes aéreas de las plantas (Mertely *et al.*, 1991).

El patógeno se encuentra distribuido por las zonas cálidas del planeta en las que se realizan cultivos de melón y sandía. Así ha sido descrito asociado a plantas de melón con síndrome de colapso en Estados Unidos (Arizona, California y Texas), España, Israel, Túnez, Taiwán y Japón (Martyn *et al.*, 1994). También ha sido descrito asociado al mismo síndrome en México (Martyn *et al.*, 1996), Arabia Saudí (Karlatti *et al.*, 1997), Honduras (Bruton and Miller, 1997b), Guatemala (Bruton and Miller, 1997a) y Brasil (Sales *et al.*, 2001).

En España fue descrito por primera vez asociado a raíces de melón y sandía con síndrome de colapso en zonas de Valencia, Murcia y Almería, aunque no fue probada su patogeneicidad mediante inoculación con aislados purificados de forma experimental (Lobo, 1990b).

Aunque en inoculaciones artificiales con el hongo diversos autores han probado su patogeneicidad reproduciendo síntomas de necrosis radicular, enanismo y reducción del peso seco del sistema radicular y de la parte aérea de las plantas (Mertely *et al.*, 1991; Martyn *et al.*, 1996; Gwynne *et al.*, 1997; Karlatti *et*

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

*al.*, 1997 y Sales *et al.*, 2001), el síndrome de colapso o muerte súbita, sólo ha sido reproducido en plantas de melón cv. Galia inoculadas con *M. eutypoides* por Reuveni *et al.*, en 1983, por Pivonia *et al.*, en 1997 sobre plantas de melón, y fueron Mertely *et al.*, en 1993a los que reprodujeron el colapso generalizado en inoculaciones artificiales con *M. cannonballus* tanto en sandía (cvs. Black Diamond y Royal Sweet) como en melón (cvs Mágnum 45 y Hale`s Best Jumbo), tras 67 días después de la inoculación.

Las altas temperaturas diurnas y temperaturas nocturnas en torno a los 25°C pueden causar un incremento del colapso causado por *M. cannonballus* (Bruton, 1998). La severidad del colapso está también asociada a la carga de frutos de la plantas (Pivonia *et al.*, 1997; Wolf y Miller, 1998).

Todas las cucurbitáceas parecen susceptibles al ataque de *Monosporascus*, aunque su grado de susceptibilidad varía entre y dentro de las diferentes especies (García Jiménez *et al.*, 1994).



**Foto 1- Peritecas de *Monosporascus cannonballus* en raíz de melón**

Gerald Holmes, California Polytechnic State University at San Luis Obispo, Bugwood.org

### *Acremonium cucurbitacearum.*

La primera cita del colapso del melón causado por *Acremonium* sp., en zonas de cultivo de la Comunidad Valenciana, Murcia y Almería aparece en España en

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

1989 (García *et al.*, 1989 a y b). Posteriormente el patógeno fue identificado como *Acremonium cucurbitacearum* A. Alfaro-García, W. Gams *et* J. García-Jiménez (Alfaro-García *et al.*, 1996).

Los síntomas típicos de la enfermedad aparecen muy pronto y consisten en lesiones pardo-amarillentas en la unión del tallo con la raíz, necrosis de raíces secundarias y terciarias y posteriormente el acorchamiento del hipocotilo. Todo el proceso va acompañado de una continua emisión de raíces adventicias en la zona del hipocotilo. Finalmente se produce el colapso y muerte de las plantas (García-Jiménez *et al.*, 1994). El hongo se puede aislar de la zona de la unión del tallo y la raíz sólo a los cuatro días de la plantación en un suelo infestado de forma natural (Armengol *et al.*, 1996). El colapso de la parte aérea de la planta suele ocurrir entre 1 y 2 semanas antes de la recolección de los frutos, sin lesiones en el hipocotilo.

Las estructuras de conservación del hongo en el suelo parecen ser las clamidosporas aunque no ha sido probada su capacidad para infectar a las raíces de melón o sandía (Armengol *et al.*, 1998).

La enfermedad en melón causada por aislados de *Acremonium* sp., procedentes de Texas (EEUU), es muy similar a la producida por los aislados españoles del patógeno (Bruton *et al.*, 1996). Sin embargo, cuando se realiza una valoración de la virulencia de los distintos aislados teniendo en cuenta parámetros tales como daños en el hipocotilo, en la unión del tallo y la raíz, en la raíz principal, en las raíces secundarias y reducción de área foliar, los aislados españoles del hongo inoculados sobre melón se comportan como muy virulentos, mientras que los aislados norteamericanos se comportan como poco o moderadamente virulentos (Bruton *et al.*, 2000a).

En los valles de Sacramento y San Joaquín (EEUU), *Acremonium* sp. ha sido asociado a cultivos de melón tipos cantalupo y honey dew, calabacín y sandía, con síntomas de colapso. Las plantas mostraban lesiones marrones en la unión de raíces secundarias y acorchamiento y deformación de raíces (Bruton *et al.*, 1995).

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

En inoculaciones artificiales con aislados de *Acremonium cucurbitacearum* obtenidos de raíces de plantas de melón con síntomas de colapso en la Comunidad Valenciana, los síntomas observados en melón fueron: moderada decoloración y pocas lesiones en la raíz principal, mientras que en las raíces secundarias y en el hipocotilo los síntomas son decoloración severa y abundantes lesiones (Armengol, *et al.*, 1998).

### Virus de las Manchas Necróticas del Melón (MNSV).

En Almería la muerte súbita del melón empezó a observarse a primeros de los años 80. Los síntomas más característicos de la enfermedad eran la necrosis del hipocotilo y la necrosis de las raíces de las plantas afectadas junto con la muerte masiva de las mismas. Más tarde surgió la hipótesis de que dicho síndrome estuviese causado por el MNSV, con síntomas consistentes en un marchitamiento en verde de las plantas y un chancro de color marrón claro en la zona del hipocotilo. La mayoría de las veces el tallo aparece totalmente deshidratado al efectuar un corte transversal sobre él, o con tintes marrones. El sistema radicular de las plantas es escaso y, unas veces, aparece de color marrón y otras con aspecto totalmente sano (Gómez *et al.*, 1988; Cuadrado *et al.*, 1993).

En trabajos experimentales realizados inoculando el MNSV de forma mecánica o a través del hongo vector sobre plantas de melón cultivadas en macetas durante tres meses, se confirmó la patogeneicidad del virus que en ambos casos fue capaz de causar la mortandad de más del 75% de las plantas.

Sin embargo, la sintomatología fue diferente: cuando el virus se inoculó mecánicamente, los síntomas más evidentes fueron lesiones locales, cribado de las hojas, enrejado y estrías en el tallo, mientras que cuando el virus fue transmitido a través de un aislado de *O. bornovanus* portador de MNSV, el síntoma más destacable fue la necrosis del hipocotilo, aunque también aparecieron estrías sobre los tallos pero en menor porcentaje (Cuadrado *et al.*, 1993).

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral

En el caso de plantas adultas de melón en cultivo hidropónico, al igual que en el caso anterior, fueron patentes las diferencias entre los síntomas producidos por el MNSV inoculado mecánicamente e inoculado mediante el hongo vector, y existieron diferencias significativas con respecto a los síntomas de cribado en hojas, enrejado y necrosis del hipocotilo. El porcentaje de plantas muertas en este caso fue aún mayor (Cuadrado *et al.*, 1993).

En otros trabajos fue detectada la presencia del hongo vector, *O. bornovanus*, en un alto porcentaje de los suelos cultivados en la zona del Campo de Dalías. Este hecho junto con la transmisión del virus por la semilla podrían explicar la rápida y amplia expansión que tuvo la enfermedad en esta zona de cultivo durante la década de los 80 (Gómez, 1993 a). Además, en 1991, Gómez y Velasco detectan la presencia de *O. bornovanus* en embalses utilizados para almacenar el agua destinada al riego de los invernaderos, lo cual contribuiría aún más a la dispersión de la enfermedad.



©2016 Zayinsoft

**Foto 2: Necrosis de nervios o “enrejado”  
causado por MNSV en hoja de melón**



©2016 Zayinsoft

**Foto 3: Típicos síntomas de “cribado” en  
hojas de melón**

### 3.3- *Olpidium bornovanus* y El Virus de las Manchas Necróticas del Melón (MNSV)

#### **3.3.1- Características generales del género *Olpidium*.**

El género *Olpidium* pertenece a la Familia *Olpidiaceae* que incluye a los *Quitridiales holocárpicos* (sin micelio), inoperculados parásitos de algas, hongos, musgos, granos de polen y tejidos vegetativos de las angiospermas. El talo se transforma en un esporangio único o en un esporangio de resistencia. La reproducción sexual se realiza mediante la fusión de isoplanogametos, que son gametos nadadoras morfológicamente semejantes pero fisiológicamente distintos, los cuales se unen en el agua formando un cigoto móvil, que posteriormente infectará una célula del huésped y dará lugar a un esporangio de resistencia (Alexopoulos, 1985).

La reproducción asexual se produce, al igual que en la mayoría de los hongos flagelados, mediante un esporangio. Durante las primeras fases del desarrollo, el protoplasma que contienen los esporangios se encuentra sin segmentar, con muchos núcleos. A medida que el esporangio se desarrolla, el protoplasma entero experimenta segmentación en numerosas porciones uninucleadas, cada una de las cuales se transforma en una zoospora. Después de emerger del esporangio, éstas nadan durante un cierto tiempo, se enquistan, reabsorbiendo o perdiendo su flagelo en el proceso, y luego germinan teniendo lugar la infección a través de un poro que se perfora por digestión de la pared celular del hospedante. Por él, el protoplasto del parásito entra en la célula huésped dando lugar a un nuevo esporangio (Alexopoulos, 1985).

Las dos especies más conocidas de este género son *Olpidium bornovanus* y *Olpidium brassicae*, ambos parásitos obligados, y asociados a raíces de un gran número de especies de plantas tanto cultivadas como silvestres. Tanto su

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral

morfología como su ciclo de vida son muy similares, pero pueden ser distinguidos en base a algunas características, siendo las principales:

- La forma del esporangio de resistencia que mientras que en la especie *Ospidium brassicae* es estrellado, en *Ospidium bornovanus* es de pared gruesa y lisa con aspecto interno de panal (Lange & Insuza, 1977).
- El tamaño y la forma de las zoosporas, las de *Ospidium bornovanus* son alargadas y con una longitud de 7-8 micras, y las de *Ospidium brassicae* son esféricas de unas 3 micras de diámetro (Lange & Insuza, 1977).
- Las temperaturas óptimas de crecimiento que para *Ospidium bornovanus* se encuentran entre los 25-30 °C, y para *Ospidium brassicae* alrededor de los 20°C (Teakle y Thomas, 1985).

Ambas especies poseen una gran capacidad para conservarse en el suelo, en estudios que llevados a cabo en el centro IFAPA de La Mojonera, se pone de manifiesto que *O. bornovanus* es capaz de sobrevivir en un suelo seco durante más de 4 y 5 años, y el MNSV del que es portador sigue siendo infeccioso (Guirado *et al.*, 2009)

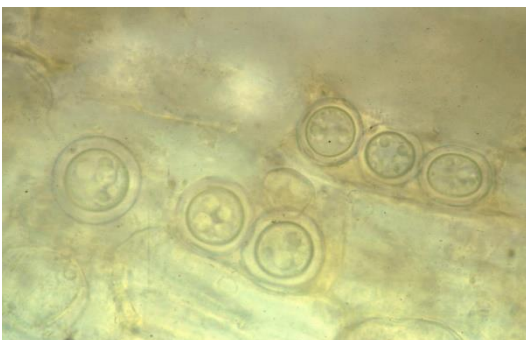


Foto 4: Esporangios de resistencia de *Ospidium bornovanus*

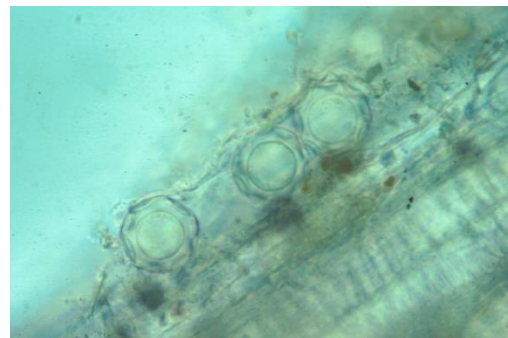


Foto 5: Esporangios de resistencia de *Ospidium brassicae*



### 3.3.2- La especie *Olpidium bornovanus* (= *O. radiale*, *O. cucurbitacearum*)

La primera descripción del hongo encontrado parasitando las raíces de *Veronica beccabunga* fue realizada por Schwartz y Cook en 1927 con el nombre de *Olpidium radiale*.

En 1968, Barr describe una nueva especie de *Olpidium* que es capaz de parasitar las raíces de distintas especies de cucurbitáceas como pepino, melón, calabacín, calabaza y sandía y no las de una gama de hospedadores pertenecientes a diversas familias botánicas tales como leguminosas, crucíferas, gramíneas, etc., por este motivo nombra a esta especie como *Olpidium cucurbitacearum*, asegurando que en este aspecto es diferente del hongo *Pleotrachelus bornovanus*, del que también difiere morfológicamente.

Posteriormente, Lange e Insuza (1977), comparando la especie *O. radiale* con otras olpidiáceas con esporangios de resistencia de pared lisa, no encuentran diferencias significativas entre ésta y *P. bornovanus* y *O. cucurbitacearum*, y deciden por prioridad seguir denominando a la especie como *O. radiale* y considerar como sinónimos los otros dos nombres. Sin embargo, en el experimento que realizan inoculando el hongo en la gama de hospedadores de distintas familias, utilizadas por Barr, encuentran que éste es capaz de parasitar las raíces de plantas como *Beta vulgaris*, *Brassica oleracea*, *Lactuca sativa*, *Nicotiana clevelandii* y *Trifolium incarnatum* entre otras, a diferencia de los resultados obtenidos por Barr. La descripción que estos autores hacen del hongo es la siguiente:

- Los zoosporangios de *O. radiale* se localizan en las células de la epidermis y en los pelos radicales, varían considerablemente de tamaño y forma. El tubo de salida puede tener una longitud considerable, pero generalmente es corta y poco llamativa. Se han observado un máximo de tres tubos de salida por esporangio. Esta variación en la morfología del esporangio ocurre no solo en diferentes hospedadores, sino en infecciones en el mismo hospedador.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral

- Las zoosporas completamente formadas son descargadas, vaciando el esporangio en alrededor de unos 30 segundos, tiene una forma generalmente alargada, midiendo 7-8  $\cdot$ m de longitud, pero con forma redondeada; las zoosporas permanecen inmóviles por unos minutos formando una nube fuera del orificio del tubo de salida. No hay ninguna membrana rodeando a las zoosporas en este estadio. La zoospora se mueve de una forma marcadamente lenta en contraste con la rápida movilidad característica de la mayoría de las zoosporas de los Chytridiales. Se puede enquistar en la superficie de la raíz después de unos minutos o puede permanecer nadando durante varias horas.
- Los esporangios de resistencia del *O. radiale* varían menos en tamaño y forma que los zoosporangios, y tienen un tamaño más reducido. Se pueden encontrar no solo en las células epidérmicas, sino de forma más frecuente en las células corticales de la raíz. La pared del quiste aparece como desigual y bastante fino. Aparentemente el contenido del quiste está compuesto por zoosporas y no se observa ningún tubo de salida (Lange e Insunza, 1977).

Los resultados de los trabajos realizados en la unidad de Micología del CIFA de Almería, al inocular sobre la gama de especies que aparecen en los trabajos de Barr y Lange & Insunza como hospedadoras de *O. radiale*, indicaron que los aislados detectados en los cultivos hortícolas de Almería son diferentes a los descritos en otras zonas. En este caso los resultados fueron similares a los obtenidos por Barr (1968), estudiando la gama de plantas hospedadoras de aislados de *Olpidium cucurbitacearum*.

Finalmente, Campbell y Sim en 1994 renombran la especie como *Olpidium bornovanus* aludiendo a que los estudios realizados por Sahtiyanci en 1962 de *P. bornovanus* en los que describe las características morfológicas del hongo son los más fiables debido a que fueron realizados a partir de aislados monoesporangiales del hongo, premisa que no fue cumplida por el resto de investigadores que dieron

### Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

nombre a la especie. De todas formas consideran que los nombres *Pleotrachelus bornovanus* Sahtiyanci, *Olpidium cucurbitacearum* Barr & Dias y *Olpidium radicale* Schwartz & Cook FIDE Lange & Insuza son sinónimos de *Olpidium bornovanus*.

En el mismo trabajo, los autores trabajando con aislados monoesporangiales establecen además que existe especificidad dentro de *O. bornovanus*, de manera que aislados obtenidos de raíces de plantas de melón se multiplicaron muy bien sobre las distintas variedades de melón inoculadas pero mal sobre las de pepino, mientras que los de pepino se multiplicaban muy bien sobre pepino pero bastante mal sobre melón, mientras que las variedades de sandía se comportaban como hospedadores intermedios de ambos tipos de aislados.

Estos resultados fueron corroborados parcialmente por la unidad de Micología del CIFA de Almería, que realizando inoculaciones sucesivas sobre plantas de melón, pepino y sandía con aislados monoesporangiales de *O. bornovanus*, concluyeron que los aislados obtenidos de melón se multiplicaron bien en melón y moderadamente bien en sandía y que los aislados obtenidos de pepino se multiplicaron bien en pepino y moderadamente mal en sandía y melón, de manera que la sandía se comportó como un hospedador intermedio pero con mayor afinidad por los aislados de melón (Guirado *et al.*, 2009).

#### **3.3.3- Virosis transmitidas por las diferentes especies de *Olpidium*. El Virus de las Manchas Necróticas del Melón (MNSV).**

La principal importancia de las especies *O. brassicae* y *O. bornovanus* desde el punto de vista fitopatológico radica en su papel como vectores de virus de plantas.

*Olpidium brassicae* transmite el virus de la necrosis del tabaco (TNV), el virus del enanismo del tabaco (TSV) y el de las venas grandes de la lechuga (LBVV) (Fry y Campbell, 1966; Hiruki, 1965; Campbell, 1962), entre otros.

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

Por su parte *Olpidium bornovanus* es vector de un tombusvirus, varios carmovirus y un dianthovirus entre los que se encuentran el virus de la necrosis del pepino (CNV), el de las manchas necróticas del melón (MNSV), el de las manchas de las hojas del pepino (CLSV) y el de la necrosis del calabacín (SqNV) (Dias, 1970; Tomlinson y Thomas, 1986; Campbell *et al.*, 1991; Lin *et al.*, 1983).

El virus de las manchas necróticas del melón (*Melon Necrotic Spot Virus*, MNSV), o virus del cribado del melón, fue descrito por Kishi en 1960, pertenece al género Carmovirus dentro de la familia *Tombusviridae*. Sus partículas virales son isométricas de 30 nm de diámetro y su genoma es de RNA monocatenario de sentido positivo. Es un virus endémico en los cultivos protegidos de cucurbitáceas de todo el mundo (Lovisol, 1980).

Es transmitido por la semilla en porcentajes comprendidos entre el 10 y el 15% según Kishi (1966), y entre el 1 y el 6% según González-Garza (1979). Ha sido descrito un tipo de transmisión llamado "por semilla mediante vector" cuando la infección ocurre en un suelo infectado por aislados del hongo libres de virus en el cual la única fuente de inóculo es la semilla, y dicha infección no ocurre cuando no se encuentra presente el hongo vector (Furuki, 1981). Posteriormente, Campbell *et al.* (1996), definen el concepto de "transmisión asistida por el vector" ya que según ellos la transmisión por semilla se produce en ausencia del vector y se ve incrementada cuando éste se encuentra presente

MNSV causa una grave enfermedad en los cultivos de melón y pepino en invernadero en varios países (González-Garza *et al.*, 1979; Avgelis, 1985; Bos *et al.*, 1984; Hibi y Furuki, 1985; Tomlinson y Thomas, 1986; Cuadrado *et al.*, 1993). Los síntomas típicos de la enfermedad son pequeñas manchas cloróticas que evolucionan a necróticas y se desarrollan sobre las hojas más jóvenes aproximadamente dos meses después de la siembra o plantación. En el tallo y sobre los peciolo de las hojas aparecen estrías necróticas. En las hojas medias pueden aparecer necrosis de los nervios conocidas con el nombre de "enrejado". En el hipocotilo aparece una lesión de color marrón claro que sólo afecta a la epidermis

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

y que con frecuencia es el único síntoma de la enfermedad. Las plantas enfermas se marchitan, mueren y detienen drásticamente su crecimiento y las pocas hojas formadas posteriormente son de color verde oscuro y pequeñas con o sin el síntoma del cribado (Gómez *et al.*, 1988). Los síntomas en fruto consisten en manchas necróticas que rodean la periferia interna de los mismos.

En España, el virus también es endémico y también ha habido brotes epidémicos en distintas ocasiones (Cuadrado *et al.*, 1993; Luis-Arteaga, 1994). Su detección en Almería en cultivos de melón fue confirmada en 1986 por Luis Arteaga (Luis, 1986).

Desde 1984 viene afectando y cada vez con mayor importancia a los cultivos protegidos de melón del litoral mediterráneo español. Aunque se ha extendido por otras provincias andaluzas, como por ejemplo Granada (Motril, Calahonda, Carchuna y Torrenueva), Córdoba (Almodóvar del Río), Sevilla (Lebrija, San José de la Rinconada) y por otras comunidades como Murcia (Torre Pacheco), Alicante (Pilar de la Horadada) Tenerife e Ibiza, en este último lugar detectado en sandía. Además, si a los daños ocasionados por MNSV, ya de por sí cuantiosos, se le añaden los causados en el Poniente almeriense, por la muerte súbita del melón, y los gastos dependientes de la utilización, en muchos casos semanal, de productos fungicidas empleados para intentar paliar o prevenir los daños ocasionados por estas enfermedad; de desinfección del suelo con bromuro de metilo o con otros fumigantes; de sustitución de los sacos de sustratos empleados en cultivo hidropónico etc., la suma sería bastante importante (Cuadrado *et al.*, 1993)

Uno de los métodos de control para MNSV consiste en la introducción de la resistencia genética que se ha encontrado en melón controlada por un sólo gen recesivo. El uso de la resistencia genética es muy apropiado, aunque se encuentra con los problemas de su restricción a melón y a la posibilidad de superación por nuevas cepas del virus y su posible ligamiento a caracteres no deseados en las variedades cultivadas.

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

Otro de los posibles métodos de control de MNSV es el injerto del melón sobre patrones no huéspedes del virus, sin embargo, aunque este método se ha mostrado eficaz en la lucha contra la infección por MNSV, en algunos casos, la falta de afinidad entre el patrón y la variedad puede suponer un problema importante. Algunos de los portainjertos que han mostrado mayor afinidad han sido RS-841, y *Benincasa cerífera* (Gómez *et al.*, 1993b).



**Foto 6: Síntomas de MNSV en hojas de pepino.**



**Foto 7: Síntomas de MNSV en hojas de melón.**

### 3.4- Control de las enfermedades de suelo en cultivos de melón

La capacidad que presentan la mayoría de los hongos de suelo para vivir y conservarse en él durante largos períodos de tiempo y a profundidades que pueden alcanzar más de un metro, hace que su eliminación de los suelos cultivables sea una empresa altamente complicada.

En el caso de *Monosporascus*, el riego por goteo reduce la incidencia de la enfermedad, para lo cual se han dado dos explicaciones: una basada en que el aporte continuo de agua reduciría la temperatura del suelo limitando así el

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Oplidium bornovanus* con mojante Agral

crecimiento de este hongo termofílico y otra que aduce que dicho aporte continuo hace que la raíz, aunque deteriorada, tiene más fácilmente disponible el agua y así se retrasaría la muerte de la planta (García Jiménez *et al*, 1994).

Una práctica lógica que resulta conveniente es la rotación de cultivos, alternando cultivos susceptibles con otros que no lo sean (García Jiménez *et al*, 1994).

La solarización del suelo no parece ser adecuada para el control de esta enfermedad debido a la naturaleza termofílica del hongo que podría producir los efectos contrarios a los esperados por la eliminación de organismos competitivos e incluso la selección de cepas de *Monosporascus* altamente termofílicas (García Jiménez *et al*, 1994).

Parece ser que la fumigación del suelo con diferentes productos químicos como el dicloropropeno, solo o mezclado con cloropicrina, da buenos resultados, mientras que los tratamientos con metam-sodio han dado resultados contradictorios (García Jiménez *et al*, 1994).

Un adecuado control de la acremoniosis puede conseguirse aplicando las siguientes medidas:

Medidas culturales.- la muerte de la planta se produce por un desequilibrio entre la absorción de agua por la raíz deteriorada y las necesidades hídricas de la parte aérea. Todas las medidas que contribuyan a que este desequilibrio sea menor harán que descienda la mortalidad de las plantas. Las plantas no deben sufrir estrés hídrico sobre todo, cuando se dan días de altas temperaturas o vientos cálidos. No se debe forzar el abonado nitrogenado ni abusar del estiércol.

Control químico.- un suelo puede ser desinfestado mediante fumigantes o solarización, sola o con la adición de fumigantes a bajas dosis. En lo que respecta

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

a tratamientos durante el cultivo, se deben tener en cuenta tres factores: fungicida a aplicar, momento de aplicación y forma de aplicación.

Utilización de portainjertos.- en la actualidad esta técnica es la que mejor resultado está dando para controlar esta enfermedad, sobretodo en riego a manta, aunque tiene el inconveniente de su alto coste. El uso de un portainjerto o patrón (raíz) resistente al patógeno evita el contacto entre la planta sensible y el suelo infestado con el patógeno (García Jiménez *et al*, 1994).

Plantación poco profunda.- En caso de que se practique una plantación poco profunda, se obtienen mejores controles y resultados al aplicar fungicidas pulverizados directamente sobre las semillas en el momento de la siembra (Gubler, 2004).

En el caso de MNSV, el control de la enfermedad pasa por el control del hongo vector que puede ser mediante desinfección del suelo o solarización, aunque estos métodos han producido resultados variables. En experimentos realizados sobre suelo infectado con el hongo, en el centro IFAPA de La Mojonera, utilizando diferentes tipos de desinfectantes, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Metam sodio: produjo un efecto nulo
- Bromuro de metilo: es el que produjo la máxima eficacia llegando su acción hasta el estrato más profundo de los analizados: 60-70 cm.
- Formol y Solarización tuvieron un efecto intermedio entre los dos productos anteriores.

Sin embargo, bajo las condiciones de cultivo ensayadas, ni si quiera la energética actividad del bromuro de metilo fue capaz de eliminar totalmente al hongo del suelo ni de disminuir de forma significativa tanto el porcentaje de plantas



## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

colonizadas por el hongo como el número de plantas afectadas por MNSV en cultivos de melón realizados tras los tratamientos de desinfección (Gómez, 1993a).

Además de no ser totalmente eficaces, todas estas prácticas tienen un coste económico y/o de impacto ambiental muy alto.

En posteriores experimentos de solarización realizados, con sacos de perlita infectados por el hongo y el virus, se confirmó la conservación de *O. bornovanus* y MNSV durante el verano en los tratamientos sin solarizar, y no hubo eficacia de la solarización durante 30 días, ni del tratamiento en el que se saturaron los sacos de perlita con una solución con 3000 ppm de hipoclorito sódico. Respecto a los tratamientos de 60 días de solarización, hubo diferencias entre los dos años ya que sólo en 2002, ésta fue capaz de eliminar al hongo. Estas diferencias pudieron deberse, entre otros factores, a las diferencias entre las temperaturas acumuladas en el sustrato (°C día) durante el período de solarización, que a su vez parecen estar relacionadas con las temperaturas ambientales registradas en ambos años (Guirado *et al.*, 2006).

En el caso de los cultivos sin suelo, el control de estas enfermedades es fundamentalmente de tipo preventivo, para ello es fundamental disponer de semillas sanas y realizar el semillero con las máximas garantías sanitarias de los sustratos, agua de riego y bandejas de semillero. La lejía en soluciones variables del 0,3 al 0,5% de cloro y el formol a concentraciones del 3 al 5% pueden utilizarse para la desinfección de material diverso tal como recipientes de cultivo, de solución nutritiva, herramientas, etc. realizando un posterior lavado con agua limpia. La desinfección de los sustratos se puede realizar mediante vapor o fumigantes como el metam-sodio y el formol (Gómez, 1994).

En el caso del agua empleada para el riego, se puede recurrir al tratamiento con productos fungicidas o mojantes que no causen fitotoxicidad y que sean efectivos contra los patógenos a tratar. Otros métodos posibles son la

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

desinfestación del agua con luz ultravioleta, microfiltración, ozonización o esterilización por calor (Gómez, 1994).

En experimentos realizados con aguas del río Guadalfeo en la E.E. de "La Nacla", para el control de especies de *Phytophthora* patógenas sobre tomate y pepino, fue efectiva la cloración del agua de riego con 5ppm de hipoclorito sódico, que redujo la mortandad de las parcelas de tomate tratadas hasta el 1% frente al 25% de mortandad de las parcelas testigo (Gómez, 2004).

El mojante Agral® (alkyl phenol ethylene oxide), se ha mostrado efectivo en el control de *Ospidium bornovanus* en experimentos de laboratorio debido al efecto letal que ejerce sobre las zoosporas del hongo a la concentración de 20 µg/ml con un tiempo de contacto inferior a 5 minutos, aunque concentraciones inferiores de 5, 10, 12.5 y 15 µg/ml del mojante disminuyen la movilidad de las zoosporas durante el mismo período de tiempo. Así mismo, su eficacia ha sido también probada en cultivos de pepino, impidiendo que las plantas se infectaran con MNSV (Tomlinson y Thomas, 1986).

En otros experimentos llevados a cabo en cultivos de melón, aunque también queda probada la eficacia del mojante en el control de la infección de las plantas por *O. bornovanus* y MNSV, también se pudo comprobar que este tratamiento disminuía la producción de frutos de manera altamente significativa (Gómez, 1993)

#### 4- MATERIALES Y MÉTODOS

##### 4.1- Descripción del experimento

El experimento fue realizado en un invernadero multitúnel con cubierta de metacrilato, situado en el IFAPA de La Mojonera (Almería), dotado ventilación cenital y lateral automáticas. Para el aporte del riego se dispusieron cuatro depósitos de 3 m<sup>3</sup> de capacidad (uno por cada uno de los tratamientos ensayados), en los cuales se preparó la solución nutritiva final de riego (Foto 2).

Mediante cuatro bombas y con la ayuda de relojes programables, la solución nutritiva con conductividad eléctrica (C.E.) de 1.9 a 2 dS m<sup>-1</sup>, fue aportada a cada planta, con un sistema de goteros de 2,4 L/h<sup>-1</sup>, microtubos y piquetas. El sustrato se regó basándose en la cantidad de agua sobrante (procurando mantener un drenaje próximo al 20%) y a la conductividad eléctrica de dicha agua, procurando que esta no superara los 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Tabla 1: Concentración de nutrientes en la solución nutritiva aportada al cultivo.**

<b>Nutrientes</b>	<b>Concentración (Mmol/L)</b>
Nitrógeno	11.75
Fósforo	1.5
Potasio	8.65
Azufre	3.17
Magnésio	1.25
Calcio	4.75

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con mojante Agral

Las semillas de melón cv. Regal (Syngenta), se sembraron directamente en los sacos de perlita el 18 de Marzo, disponiendo seis semillas por saco. Los tratamientos fitosanitarios para las plagas y enfermedades aéreas, y las técnicas de cultivo fueron los habituales en la zona. Se determinó, previamente a cada experimento, la ausencia de *Pythium* spp. y de *Olpidium* spp. en el agua de riego.

Las plantas se cultivaron sobre sacos con sustrato de perlita tipo B-12 de dimensiones 120x20x20 cm con una capacidad de 45 litros a los que se les practicó una apertura horizontal para el drenaje de 5-7 cm de longitud a 2-3 cm del suelo con idea de evitar la salida de las raíces del saco y posibles contaminaciones.

La C.E. y el pH de la solución nutritiva y del agua de drenaje de los sacos de perlita se midieron con un conductímetro y un phmetro. El volumen de agua de riego se midió en un recipiente que recogía el agua de un gotero y el de drenaje en otro que recogía el agua sobrante de un saco de cultivo colocado en una de las líneas del testigo no inoculado, con ambas medidas fue calculado el porcentaje de drenaje diariamente.

Para determinar tanto la eficacia del mojante Agral (Nonilfenil-polietilenglicol (éter) 20% p/v) en el control de *Olpidium bornovanus*, así como su posible efecto tóxico sobre el cultivo de melón sobre sustrato fue planteado un experimento con un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, con seis plantas de melón por cada saco de cultivo y nueve sacos por parcela elemental.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

**Tratamiento SNC-** Solución nutritiva contaminada con *O. bornovanus*. Este tratamiento simularía la infección por *O. bornovanus* a través del agua de riego, y es el control positivo del experimento.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral

**Tratamiento SNCT-** Solución nutritiva contaminada con *O. bornovanus* tratada con Agral. Este tratamiento simularía el tratamiento con Agral realizado a un agua que se sabe infectada por el hongo.

**Tratamiento SNT-** Solución nutritiva no contaminada y tratada con Agral. En este caso se podría determinar si el tratamiento con Agral causara algún tipo de toxicidad en las plantas.

**Tratamiento SN-** Solución nutritiva no contaminada. Este tratamiento es el control negativo del experimento.

La contaminación del agua de riego con *O. bornovanus* se realizó de dos formas diferentes:

- A. Contaminando semanalmente los depósitos de solución nutritiva encargados de regar los tratamientos contaminados con *O. bornovanus*, con 100 ml de una solución con  $10^8$  zoosporas·ml<sup>-1</sup> del hongo, obtenida según se describe en el apartado 3.2. La primera inoculación se realizó el 8 de abril cuando las plantas tenían al menos 5 hojas verdaderas. Se realizaron un total de 8 inoculaciones, la última el 28 de mayo.
- B. Recogiendo en un depósito de 10 litros el agua del drenaje de dos sacos de perlita en el que se cultivaban plantas de melón previamente infectadas por *O. bornovanus*, y bombeándola cada 30 minutos a los depósitos de los tratamientos contaminados con el hongo para simular una fuente constante de inóculo a través del agua de riego. Estas plantas fueron inoculadas una sola vez coincidiendo con la primera inoculación del experimento el día 8 de Abril, regando con 50 cc de la solución de zoosporas antes mencionada cada una de las plantas.

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

La adición de Agral se realizó a una dosis de 90 ppm, equivalente a añadir 270 cc del producto comercial al 20% p/v en 3000 L de agua, cada vez que se preparó la solución nutritiva en los depósitos de riego de cada tratamiento.



**Foto 8- Vista general del experimento**



**Foto 9- Detalle de los depósitos de los distintos tratamientos**

### 4.2 Multiplicación del inóculo

La multiplicación del inóculo se realizó en un invernadero de ambiente semicontrolado, las características de dicho invernadero son: cubierta de placas de metacrilato, estructura de hierro galvanizado y orientación Este-Oeste, con una superficie total aproximada de 104 m<sup>2</sup> (13x8 m), dotado de ventilación cenital, calefacción por aire caliente, refrigeración por pantalla de evaporación de agua "cooling system" y de automatismos para su gestión. Como sistema de riego se utilizó un depósito de 1 m<sup>3</sup>, donde se preparó la solución final de riego. Mediante una bomba y con la ayuda de un reloj programable, la solución nutritiva con conductividad eléctrica (C.E.) de 1.9 a 2 dS m<sup>-1</sup>, fue aportada con un sistema de

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

goteros de 2.4 L/h, con microtubo y piqueta a las plantas. En todos los experimentos se utilizó un agua con una CE de 0.5 a 0.6 dS m<sup>-1</sup>.

La inoculación se realizó con el aislado monoesporangial de *O. bornovanus* codificado como SS-237 obtenido de raíces de melón y portador de MNSV, que se encontraba conservado en forma de raíces secas infectadas por el hongo en la micoteca del Laboratorio de Micología del IFAPA de La Mojonera.

Para la obtención de las zoosporas se inocularon plantas crecidas en macetas de 1 litro de capacidad con sustrato de vermiculita, se dispusieron 2 plantas de melón por maceta. Para impedir posibles contaminaciones por insectos o por el agua de drenaje, las macetas se mantuvieron suspendidas y envueltas en tela de muselina (Foto 3).

La inoculación se realizó triturando con una batidora un volumen equivalente a una cucharada sopera de raíces secas infectadas por el hongo en 150 cc de agua destilada, y regando con 50 cc de este triturado cada una de las macetas. Se inocularon un total de 40 plantas, y se mantuvieron durante dos meses en el invernadero.

Dos días antes de proceder a las inoculaciones del experimento, y previa comprobación de la presencia del hongo en las raíces, las macetas se dejaron de regar para conseguir aumentar la presión matricial de las raíces y así favorecer la maduración de esporangios, con lo cual se pudo obtener una liberación masiva de zoosporas al sumergir el sistema radicular en agua.

En el momento de realizar cada una de las inoculaciones programadas en el experimento, se sumergieron los sistemas radiculares de estas plantas en un volumen de aproximadamente un litro de agua del grifo de calidad sanitaria comprobada. Tras aproximadamente 20 minutos, las raíces se sacaron del agua y se determinó la concentración de zoosporas liberadas mediante su conteo con la

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

ayuda de una cámara de recuento tipo Thoma. De cada conteo de zoosporas fueron realizadas cuatro repeticiones para disminuir el error en la determinación de la concentración final. Una vez determinada ésta, se ajustó el volumen de suspensión en cada caso, para obtener una concentración final de  $10^8$  zoosporas $\text{mL}^{-1}$ .

Esta solución fue utilizada tanto para inocular las plantas que actuaron como constante fuente de inóculo del experimento, así como para infectar los semanalmente los depósitos de los tratamientos que debían ser infectados con el hongo.



**Foto 10- Detalle de la disposición de las plantas utilizadas para multiplicar el inóculo**

### 4.3 Toma de datos y análisis.

Durante los experimentos se realizaron observaciones de los síntomas aparecidos en las plantas, consistentes fundamentalmente en necrosis de hipocotilo, estrías necróticas sobre el tallo, manchas necróticas en las hojas, y marchitez y muerte de las plantas.



## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

Debido a las condiciones de marchitez que se produjeron al final del cultivo, se evaluó la producción potencial de frutos, incluyendo frutos maduros y verdes, mediante pesada con un dinamómetro, contándose el número de frutos recolectados.

El estudio estadístico se realizó mediante el análisis de la varianza. Las comparaciones entre las medias se realizaron por el método de la menor diferencia significativa (LSD), para un nivel de confianza del 95%. Los datos relativos a las observaciones de síntomas se transformaron mediante el arco seno de la raíz cuadrada del porcentaje y los relativos a la producción de las plantas se realizaron mediante una escala logarítmica de los pesos.

### 4.4- Detección de *Ospidium bornovanus*, MNSV y CVYV

Al término del cultivo, dos meses después de la inoculación, todas las plantas del experimento se analizaron para detectar la presencia de *O. bornovanus* y del virus de las manchas necróticas del melón. Para la detección de *O. bornovanus*, después de lavar el sistema radicular de cada planta con abundante agua del grifo, se seleccionaron 10 pequeños trozos, de aproximadamente 1 mm de diámetro y 1 cm de longitud y se observaron mediante un microscopio óptico con 250-400 aumentos. En cada caso se anotó la presencia tanto de esporangios como de esporangios de resistencia del hongo, o su ausencia.

Los análisis de cada una de las plantas para determinar la presencia de MNSV se realizaron por serología utilizando tejido del hipocotilo. La técnica empleada fue la ELISA-DAS (Enzyme Linked Immunosorbent Assay-Double Antibody Sandwich) descrita por Clark y Adams (1977). Se utilizó como soporte insoluble o inmunoabsorbente placas de poliestireno de 96 pocillos de lectura y siguiendo el protocolo de la firma Loewe®, suministradora de los antisueros utilizados.

**Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral**

Fueron consideradas muestras positivas aquellas en las que el resultado de su absorbancia superó en dos veces la media de las absorbancias de los controles negativos utilizados en la placa.

A causa de la marchitez aparecida al final del cultivo y teniendo en cuenta algunos de los síntomas observados en hojas y frutos de melón, típicos de CVYV (Cucumber Vein Yellowing Virus) o "virus de las venas amarillas", se decidió realizar el análisis de todas las plantas del experimento para confirmar la presencia de dicho virus. Estos análisis se realizaron mediante la técnica de hibridación molecular por dot-blot en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de La Mojonera.

## 5- RESULTADOS

### 5.1 Síntomas observados

Los resultados obtenidos se encuentran reflejados en la Tabla1.

A los 30 días de iniciado el cultivo comenzaron a observarse plantas con síntomas típicos del virus de las venas amarillas del pepino (Cucumber Vein Yellowing Virus). El virus se detectó en las muestras de las hojas de las diez plantas analizadas.

El 3 de junio, 56 días tras la inoculación y poco antes de la fecha prevista para la recolección de los frutos, se observaron síntomas de "colapso o muerte súbita" afectando de forma dispersa a todos y cada uno de los tratamientos diseñados, incluso en las plantas del testigo del experimento. Pocos días después, la marchitez y la muerte de algunas de las plantas afectaron a un porcentaje elevado, por lo que se decidió poner fin al experimento y valorar la producción de frutos maduros y no maduros de cada uno de los tratamientos.

Al término del experimento, fueron recogidas muestras de hojas de todas las plantas y analizadas para CVYV (*Cucumber Vein Yellowing Virus*), el virus se detectó en el 100% de las plantas del experimento.

La recolección fue realizada 65 días después de la siembra, los porcentajes de plantas con síntomas se pueden ver en la Tabla 1, éstos estuvieron comprendidos entre el 10,2% de las plantas en las parcelas no tratadas y no inoculadas (SN) y el 48,1% de las plantas en las no inoculadas con *O. bornovanus* y tratadas con Agral (SNT).

En los dos tratamientos ensayados utilizando el mojante Agral (SNT y SNTC), el porcentaje de plantas marchitas fue mayor y estadísticamente significativo del de las plantas no inoculadas y no tratadas (SN). También se observaron diferencias

## Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con mojante Agral

significativas entre el tratamiento inoculado con *O. bornovanus* (SNC) y el tratado sólo con el mojante Agral (SNT). Sin embargo, el tratamiento inoculado con *O. bornovanus*+Agral (SNCT) no presentó diferencias significativas ni con el tratamiento inoculado sólo con *O. bornovanus* (SNC), ni con el que consiste sólo en la adición de Agral (SNT).

**Tabla 1. Resultados control de *O. bornovanus* mediante Agral**

Tratamientos	PS	O. b.	%MNSV	PP/pl
<i>O. bornovanus</i>	22.2 <b>bc</b>	89.0 <b>a</b>	4.63 <b>a</b>	5.06 <b>a</b>
<i>O. bornovanus</i> + Agral	40.7 <b>ab</b>	0.0 <b>b</b>	0.0 <b>b</b>	4.46 <b>c</b>
Agral	48.1 <b>a</b>	0.0 <b>b</b>	0.0 <b>b</b>	4.50 <b>bc</b>
Testigo	10.2 <b>c</b>	0.0 <b>b</b>	0.0 <b>b</b>	4.98 <b>ab</b>

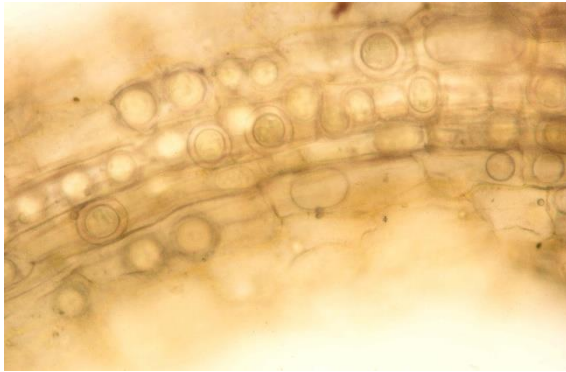
Porcentaje de plantas marchitas (**PS**), porcentaje de detección de *O. bornovanus* (**O.b.**) en el de sistema radicular, porcentaje de plantas positivas a MNSV (**+MNSV**) y producción potencial en Kg.planta<sup>-1</sup> (**PP/pl**). Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P=0.05).

### 5.2 Detección de *Ospidium bornovanus*, MNSV y CVYV

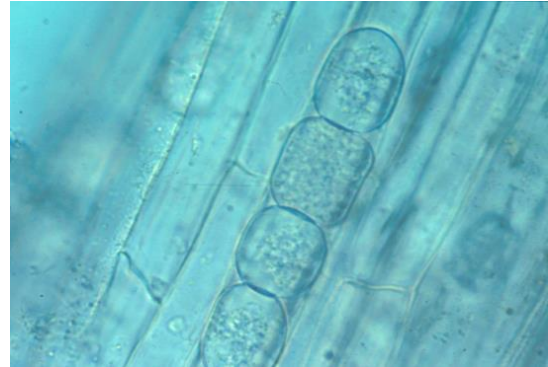
*O. bornovanus* se detectó entre el 89% de las plantas analizadas para los cuatro bloques del experimento (datos no mostrados) en las parcelas regadas con agua contaminada y no tratada con Agral (SNC). Por el contrario el hongo no se detectó en ninguna de las plantas de las parcelas regadas con agua contaminada y tratada con Agral (SNCT), ni en las regadas con agua no contaminada con *O. bornovanus* (SN y SNT).

**Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral**

Cómo se puede ver en la Tabla 1, estos resultados son significativamente diferentes del resto de tratamientos, y demuestran que *O. bornovanus* es capaz de infectar las raíces de las plantas a través del agua de riego y que el Agral ejerce un control eficaz sobre las zoosporas del hongo impidiendo la infección.



**Foto 11: Esporangios de resistencia de *O. bornovanus* al microscopio óptico**



**Foto 12: Esporangios de *O. bornovanus* al microscopio óptico**

El MNSV sólo se detectó en el 4.63% de las plantas inoculadas con solución nutritiva contaminada por *O. bornovanus* y sin Agral (SNC).

MNSV no fue detectado en el resto de plantas pertenecientes a los demás tratamientos del experimento, con lo cual, cómo se puede ver en la tabla 1, el porcentaje de plantas infectadas por MNSV en las parcelas inoculadas con zoosporas de *O. bornovanus* y sin Agral (SNC), es significativamente diferente del resto de tratamientos.

Los análisis realizados para la detección de CVYV revelaron que 100% de las plantas del experimento se encontraban infectadas por el virus.

### 5.3 Producción potencial

Las producciones potenciales totales de frutos estuvieron comprendidas entre los 4,46 Kg por planta del tratamiento de *O. bornovanus* tratado con Agral (SNCT) y los 5,06 kg del tratamiento inoculado con *O. bornovanus* y no tratado con Agral (SNC).

Las plantas de las parcelas inoculadas con *O. bornovanus* (SNC) produjeron significativamente más (hasta un 10%) que las de las parcelas tratadas con Agral y no contaminadas con *O. bornovanus* (SNT), y que las inoculadas con *O. bornovanus* y tratadas con Agral (SNCT). Las diferencias observadas entre la producción de frutos de las parcelas inoculadas con *O. bornovanus* (SNC) con respecto a las no inoculadas y no tratadas con Agral (SN) no fueron significativas.

## 6- DISCUSIÓN

En primer lugar, se debiera destacar la posible implicación, descartada la acción de *O. bornovanus* y del Virus de las Manchas Necróticas del Melón, del Virus de las Venas Amarillas del Pepino (CVYV) en la mortandad observada, ya que el colapso se produjo de forma generalizada en las distintas parcelas independientemente del tratamiento al que pertenecieran, correspondiéndose este hecho con la detección de CVYV en el 100% de las plantas al final del experimento. La muerte súbita o colapso está citado como síntoma asociado a la virosis causada por CVYV en cultivos de melón en Almería (Janssen y Cuadrado, 2001).

Sin embargo, sí que se puede apreciar cierta sinergia entre el CVYV que afectó a todo el experimento y las parcelas tratadas con Agral (SNT y SNCT), en ambos tratamientos el porcentaje de plantas marchitas fue bastante superior al de las parcelas no tratadas con el mojante.

A pesar de que los resultados obtenidos debieron estar condicionados por el efecto del colapso observado, parece poder comprobarse la fitotoxicidad del mojante Agral, que aunque no produjo síntomas típicos de toxicidad sobre las plantas tratadas, si redujo la producción de las parcelas tratadas con respecto a las no tratadas, aunque no siempre de manera significativa.

Lo que si se aprecia claramente en los resultados, es que el mojante Agral es capaz de impedir la infección por zoosporas de *O. bornovanus*, y por tanto la enfermedad causada por MNSV cuando el hongo es portador del virus, resultados coincidentes con los obtenidos por Tomlinson y Thomas en 1986 en cultivo de pepino.

El hecho de que las plantas utilizadas como fuente de inóculo del experimento fuesen infectadas a partir de raíces secas con esporangios de resistencia de *O. bornovanus* conservadas en tubos de vidrio por un periodo de

**Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral**

tiempo superior a los 30 días en la micoteca de la Unidad de micología del Centro IFAPA-La Mojonera, corrobora los resultados obtenidos por algunos investigadores (Avgelis, 1985; Tomlinson y Thomas, 1986) y con los obtenidos por nosotros en otros experimentos (Guirado *et al*, 2009a). Y están en desacuerdo con los obtenidos por otros que indican que el hongo puede ser liberado del virus secando las raíces de las plantas infectadas a temperatura ambiente durante más de un mes (Furuki, 1981; Campbell *et al*, 1991; Campbell y Sim, 1994).

El elevado porcentaje de plantas infectadas por *O. bornovanus* en las parcelas inoculadas y no tratadas con Agral, pone de manifiesto la capacidad de las zoosporas del hongo para dispersarse a través del agua de riego y causar infección en las raíces de las plantas, este hecho, descrito anteriormente por varios autores (Tomlinson y Thomas, 1986; Gómez y Velasco, 1991), avala la importancia de implementar un estricto control sanitario de las aguas utilizadas para el riego de cultivos de cucurbitáceas, tanto de los embalses, como de los depósitos, tuberías, piquetas y cualquier tipo de material que se encuentre en contacto con estas aguas.



Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral

**7- CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos del presente trabajo, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- 1- El agua de riego contaminada con zoosporas de *Ospidium bornovanus* fue efectivo para causar la infección de las raíces de plantas de melón en elevados porcentajes y del MNSV en porcentaje reducido.
- 2- El mojante Agral aplicado a un agua contaminada con zoosporas de *O. bornovanus*, fue capaz de impedir la infección de las raíces por *O. bornovanus*.
- 3- El mojante Agral causa reducción de la producción cuando se aplica en el agua de riego en cultivo sin suelo de melón.

## 8- BIBLIOGRAFÍA

- Alexopoulos, C.J and Mims C.W. 1985.** Introducción a la Micología. Ed. Omega.ISBN:84-282-0747-X.
- Alfaro-García, A., Armengol, J., Bruton, B.D., Gams, W., García-Jiménez, J., Martínez-Ferrer, G. 1996.** The taxonomic position of the causal agent of *Acremonium* collapse of muskmelon. Mycologia 88: 804-808.
- Armengol, J., Martínez-Ferrer, G., Sales Junior, R. y García-Jiménez, J. 1996.** Estudios preliminares sobre la histopatología del ataque de *Acremonium cucurbitacearum* a melón. Resúmenes del VIII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología: 156. Córdoba.
- Armengol, J., Sanz, E., Martínez Ferrer, G., Sales, R., Bruton, B.D., and García-Jiménez, J. 1998.** Host range of *Acremonium cucurbitacearum*, cause of *Acremonium* collapse of muskmelon. Plant Pathology 47: 29-35.
- Avgelis, A., 1985.** Occurrence of melon necrotic spot virus in Crete (Greece). Phytopath. Z. 14: 365-372.
- Barr, D.J.S. 1968.** A new species of *Olpidium* parasitic on cucumber roots. Can. Journaol of Botany 4: 1087-1091
- Bos, L., Van Dorst, H.J.M., Huttinga, H. Maat, D.Z. 1984.** Further characterization of melon necrotic spot virus cause severe disease in glasshouse cucumbers in the Netherlands and its control. Neth. J. Pl. Path. 90:55-69.
- Bruton, B.D., Davis, R. M. and Gordon, T.R. 1995.** Occurrence of *Acremonium* sp. and *Monosporascus cannonballus* in the major cantaloupe and watermelon grownging areas of California. Plant disease 79(7):754.
- Bruton, B.D. and Miller, M.E. 1997a.** Occurrence of vine decline diseases of melons in Honduras. Plant Disease 81:696.
- Bruton, B.D. and Miller, M.E. 1997b.** Occurrence of vine decline diseases of muskmelon in Guatemala. Plant Disease 81:694.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral

- Bruton, B.D. 1998.** Soilborne diseases in Cucurbitaceae: pathogen virulence and host resistance. Pages 143-166. In: Cucurbitaceae '98. McCreight J., Ed: Amer. Society Hor. Sci. Press, Alex., Va. USA.
- Bruton, B.D., García- Jiménez, J., Armengol, J. and Popham, T.W. 2000(a).** Assessment of virulence of *Acremonium cucurbitacearum* and *Monosporascus cannonballus* on Cucumis melo. Plant Disease 84: 907-913.
- Campbell, R.N. 1962.** Relationship between the lettuce big-vein virus and its vector, *Olpidium brassicae*. Nature 195:675-677.
- Campbell, R.N., Lecoq, H., Wipf-Scheibel, C. and Sim, S.T. 1991.** Transmission of cucumber leaf spot virus by *Olpidium radicale*. Journal of General Virology 72:3115-3119.
- Campbell, R.N. and Sim, S.T. 1994.** Host specificity and nomenclature of *Olpidium bornovanus* (= *Olpidium radicale*) and comparisons to *Olpidium brassicae*. Canadian Journal of Botany 72:1136-1143.
- Campbell, R.N., Wipf-Scheibel, C. and Lecoq, H. 1996.** Vector-Assisted transmission of Melon Necrotic Spot Virus in melon. Phytopathology 86: 1294-1298.
- Cánovas, F. 1994.** Principios básicos de la hidroponía. Aspectos diferenciales de los cultivos con y sin suelo. En Cultivos sin suelo. Curso superior de especialización. Ed Canovas, F y Díaz, J.R. Almería.
- Cebolla, V. y T. Campos .1985.** El colapso del melón en el litoral valenciano II. VI Congreso Nacional de Fitopatología. Pamplona
- Cebolla, V., Campos, T., García, M. 1990.** *Rhizoctonia solani* causante del colapso del melón en el país valenciano. Actas de Horticultura del III Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas
- Coudriet, D.L., Kishaba, A.N. and Carroll, J.E. 1979.** Transmission of Muskmelon Necrotic Spot Virus in muskmelons by cucumber beetles. Journal of Economic entomology. 72:560-561.
- Cuadrado, I. M., Gómez, J. y Moreno, P. 1993.** El virus de las manchas necróticas del melón I. Importancia del MNSV como causa de la muerte súbita del melón. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 19:93-106.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral

- Dias, H.F. 1970.** Transmisión of cucumber necrosis virus by *Olpidium cucurbitacearum*. Virology 40:828-839.
- Fry, P.R. and Campbell, R.N. 1966.** Transmission of a tobacco necrosis virus by *Olpidium brassicae*. Virology 30:517-527.
- Furuki, I. 1981.** Epidemiological Studies on melon necrotic spot. Shizuoka Agr. Exp. Sta. Shizuokaken, Japan. Tech Bull, 14 94 pp.
- García-Jiménez, J., Velázquez, M.T., Alfaro, A. 1989a.** Secuencia de síntomas en el colapso del melón. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas.4:333-342.
- García- Jiménez, J., Velázquez, M.T., Alfaro, A.1989b.** *Acremonium* sp. agente causal del colapso del melón en el Levante español. V Congreso de la SEF: 17-18.
- García- Jiménez, J., Martínez Ferrer, G., Armengol, J., Velázquez, M.T., Orts, M., Juárez M., Ortega, A., Jordá, C. y Alfaro, A. 1993.** Agentes asociados al "colapso del melón" en distintas zonas españolas. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 19:401-423.
- García- Jiménez, J., Velázquez, M.T., Jordá, C. y Alfaro, A. 1994.** *Acremonium* species as the causal agent of muskmelon collapse in Spain. Plant disease 78(4):416-419.
- Gómez J., 1990.** Presencia de *Olpidium brassicae* y *radicale* en Almería. Actas de horticultura del III Congreso de la S.E.C.H.
- Gómez, J. 1993.** Enfermedades del melón en los cultivos "sin suelo" de la provincia de Almería. Comunicación I+D Agroalimentaria 3/93. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 64 pp.
- Gómez, J. 1994.** Enfermedades causadas por hongos de suelo de los cultivos hortícolas bajo plástico de Almería. En Sanidad vegetal en la horticultura protegida. Cursos superiores 1/94. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 441 pp.
- Gómez, J. 2004.** Enfermedades causadas por hongos de suelo en los cultivos hortícolas del sudeste de Andalucía. En La protección sanitaria en la Agricultura ecológica 474 pp. Curso superior de especialización. Ed. Cuadrado Gómez, I.M. y García García, M.C.
- Gómez, J. 2005.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral

**Gómez, J.; Cuadrado, I.M.; Juan, E. 1988.** Muerte súbita del melón. Poniente 152:22-23.

**Gómez, J y Tello, J.C. 2000.** Las semillas de melón (*Cucumis melo* L.) portadoras de diversos patotipos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Bol San Veg. Plagas 26: 35-45.

**Gómez, J., Velasco, V. 1991.** Presencia de *Olpidium radicale* en los embalses para riego en Almería. Phytoma España nº 33: 23- 27.

**Gómez, J., Cuadrado, I. M., y Velasco, V. 1993 a.** El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería II. Eficacia de la desinfección del suelo frente al MNSV. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 19:179-186.

**Gómez, J., Cuadrado, I. M., y Velasco, V. 1993 b.** El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería III. Eficacia del injerto del melón para combatir el MNSV. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 19:187-192.

**Gómez-Guillamón ML, Camero FR, González-Fernández JJ.1997.** El melón en invernadero. En Namesney Vallespir A (Coord.) Compendios de Horticultura. Melones. Ediciones de Horticultura Reus, España. 277pp.

**González-Garza, R., Gumpf, D.J., Kishaba, A.N. y Bohn, G.W. 1979.** Identification seed transmisión and host range pathogenicity of a California isolate of Melon Necrotic Spot Virus. Phytopathology 69:340-345.

**González Torres, R., Melero, J.M., Gómez Vázquez, J. y Jiménez Díaz, R.M. 1994.** Enfermedades de las cucurbitáceas en España. Monografías de la SEF. Ed- Sociedad Española de Fitopatología. ISBN: 8460508587 155pp

**Gubler, W.D. 1996.** *Pythium* and *Phytophthora* damping-off and root rot. En Compendium of cucurbits diseases. 87 pp. Ed.Thomas A. Zitter, Donald L. Hopkins and Claude E. Thomas.

**Guirado, M.L., Rodríguez, J.M., Serrano, Y., Sáez, E. Y Gómez, J. 2006.** Eficacia de la desinfección del sustrato contra *Olpidium bornovanus* y MNSV en cucurbitáceas. Vida Rural nº 236:50-54.

**Guirado, M.L., Sáez, E., J.M., Serrano, y Gómez, J. 2009.** Obtención y caracterización de aislados monoesporangiales de *Olpidium bornovanus*. Bol. San. Veg. Plagas 35:629-644.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral

- Gwynne, B.J., Davis, R.M. and Gordon, T.R. 1997.** Occurrence and pathogenicity of fungi associated with melon vine decline in California. *Phytopathology* 87:S37.
- Hibi T.; Furuki I. 1985.** Melon Necrotic Spot Virus. *AAB Descriptions of plant Viruses* nB 302.
- Hiruki, C.1965.** Transmission of tobacco stunt virus by *Olpidium brassicae*. *Virology* 25:541-549.
- Janssen D & Cuadrado IM (2001)** Whitefly problems escalate within Spanish cucurbit crops. *ESWN Newsletter* 11, 1–2.
- Karlatti, R.S., Abdeen, F.M. and Al-Fehaid, M.S. 1997.** First report of *Monosporascus cannonballus* of melons in Saudi Arabia. *Plant Disease* 81:1215.
- Kishi, K. 1966.** Necrotic spot on melon, a new virus disease. *Ann. Phytop. Soc. JPN.* 32:138-144.
- Lin, M.T., Campbell, R.N., Smith, P.R. and Temmik, J.H.M. 1970.** Lettuce big-vein virus transmission by single-sporangium isolates of *Olpidium brassicae*. *Phytopathology* 60:1630-1634.
- Lange, L. and Insuza, V. 1977.** Root - inhabiting *Olpidium* species: the *Olpidium radicale* complex. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 69 (3) 377-384.
- Lobo Ruano, M. 1990a.** Nuevas consideraciones sobre la muerte súbita del melón. *Phytoma*.17:29-35.
- Lobo Ruano, M. 1990b.** Colapso del melón producido por hongos del género *Monosporascus*. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 16:701-707.
- Lovisolo, O. 1980.** Virus and viroid diseases of cucurbits. *Act. Horticulturae* 88:33-71.
- Luis, M., 1986.** Virosis de cucurbitáceas. I Jornadas Nacionales de cultivos protegidos. Almería, 20 pp.
- Maroto J.V., 1997.** Etiología y descripción de los principales fisiopatías de la Horticultura Mediterránea. Ed. y Prom. Lav., Valencia.
- Maroto, J.V. 2000.** Elementos de horticultura general. 424 pp. Ed. Mundiprensa.
- Maroto i Borrego, J.V. 1990.** Elementos de horticultura general. Ed. Mundi Prensa. ISBN: 9788471142979. Madrid

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral

- Martyn, R.D. 1996.** Fusarium wilt of watermelon. En Compendium of cucurbits diseases. 87 pp. Ed. Thomas A. Zitter, Donald L. Hopkins and Claude E. Thomas.
- Martyn, R.D., Batten, J.S., Park, Y.-J. and Miller, M.E. 1996.** First report of *Monosporascus* root rot/vine decline of watermelon in Mexico. Plant disease 80:1430.
- Martyn, R.D., Lovic, B.R., Maddox, D.A., Germash, A. and Miller, M.E. 1994.** First report of *Monosporascus* root rot / vine decline of watermelon in Tunisia. Plant disease 78:1220.
- Martyn, R.D. and Miller, M.E. 1996.** *Monosporascus* root rot and vine decline. An emerging disease of melons worldwide. Plant Disease 80: 716-725.
- Mertely, J.C., Martyn, R.D., Miller, M.E. and Bruton, B.D. 1991.** Role of *Monosporascus cannonballus* and other fungi in a root rot/vine decline disease of muskmelon. Plant disease 75:1133-1137.
- Mertely, J.C., Martyn, R.D., Miller, M.E. and Bruton, B.D. 1993 a.** An expanded host range for the muskmelon pathogen *Monosporascus cannonballus*. Plant disease 77:667-673.
- Pivonia, S., Cohen, R., Kafkafi, U., Ben Ze'ev, I.S. and Katan, J. 1997.** Sudan wilt of melons in southern Israel: Fungal agents and relationship with plant development. Plant Disease 81: 1264-1268.
- Reche Mármol, J. 2008.** Cultivo del melon en invernadero. Ed: Andalucía Consejería De Agricultura Y Pesca. ISBN-13: 978-8484742432. 305 pp.
- Requena García, J.I. 1999.** Cultivo hidropónico de la sandía (*Citrullus lanatus*). En Cultivos sin suelo II. Curso superior de especialización. 590 pp. Ed. Fernández Frenández, M y Cuadrado Gómez, I.M.
- Reuveni, R. and Krikun, J. 1983.** Occurrence of *Monosporascus eutypoides* under arid conditions of Israel. Trans. Br. Mycological Society 80(2).
- Reuveni, R., Krikun, J. And Shani, U. 1983.** The role of *Monosporascus eutypoides* in a collapse of melons plants in an arid area of Israel. Phytopatology 73:1223-1226.
- Sales, R., Armengol, J., Vicent, A. y García-Jiménez, J. 2001.** Evaluación de daños en raíces de melón y sandía y frecuencia de aislamiento de *Acremonium cucurbitacearum* y *Monosporascus cannonballus* en una parcela afectada de colapso. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 27:177-183.

Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Olpidium bornovanus* con  
mojante Agral

- Serrano Cermeño, Z. 1996.** Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Ed. Autor-Editor. ISBN: 9788460545965. 637pp.
- Teakle, D.S. and Thomas, B.J. 1985.** Effect of heat motility and multiplication of *Olpidium radiale* and *O. brassicae*. Ann. Appl. Biol. 107:11-15.
- Tello Marquina, J.C. 1986 (a).** Notas sobre las micosis del melón en La Mancha. ITEA (63), 45-60.
- Tello, J.C., Bernao A., Fernández E., Imedio D., 1986.** Notas sobre las micosis del melón en La Mancha. ITEA, 63: 45-60
- Tello, J.C., Gómez, J., Salinas, J., Lacasa, A. 1987.** La fusariosis vascular del melón en los cultivos de Almería. Cuadernos de Fitopatología, 10.
- Tello, J.C, Gómez, J. Camporota, P., Lacasa, A. 1990.** Capacidades Parasitarias de *Pythium aphanidermatum* spp. y de *Rhizoctonia solani* (Kohm). sobre pepino y melón. Bol. San. Veg. Plagas, 16: 733-741, 1990.
- Tomlinson, J.A. and Thomas, B.J. 1986.** Studies on melón necrotic spot virus disease of cucumber and on the control of the fungus vector (*Olpidium radiale*) Ann. Appl. Biol., 108:71-80.
- Troutman, J.L. y Matejka, J.C. 1970.** Three fungi associated with cantaloupe roots in Arizona (Abstr.). Phytopathology 60:1317.
- Urrestarazu, M. 2004.** Tratado de cultivos sin suelo. 3º Ed. Mundi Prensa Libros SA. (Grupo Paraninfo).
- Wolf, D.W. and Miller, M.E. 1998.** Tolerance to *Monosporascus* root rot and vine decline in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. HortScience 33(2):287-290.
- Zapata, M., Cabrera, P., Bañón, S y Roth, P. 1989.** El melón. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 174pp. ISBN 84-7114-240-6
- Zinnen, T.M. 1998.** Assessment of plant diseases in hydroponic culture. Plant Disease 72:96-99.



Control de MNSV en melón mediante el control del hongo vector *Ospidium bornovanus* con  
mojante Agral

**WEB**

(1) Superficie y producción de melón en España 2014.

<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>

(2) Superficie y producciones Andalucía y Almería 2014

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/servicios/estadisticas/estadisticas-agrarias/superficies-y-producciones/superficies-y-producciones.html>

(3) Valor de la producción de melón en 2014

[http://www.juntadeandalucia.es/presidencia/portavoz/resources/files/2015/7/31/1438335484764150731\\_Campa%C3%B1a%20Horticola%20Almeria.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/presidencia/portavoz/resources/files/2015/7/31/1438335484764150731_Campa%C3%B1a%20Horticola%20Almeria.pdf)

(4) <http://sef.es/patogenos.php>