

CONTROL DE FUSARIUM OXYSPORUM F. SP DIANTHI MEDIANTE  
SOLARIZACION COMBINADA CON FUMIGANTES A BAJAS DOSIS

V. Cebolla, P.F. Martinez, A. del Busto, B. Cases.

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias  
Apto Oficial 46113 Moncada (Valencia)

Palabras clave: Traqueomicosis, clavel, marchitamiento,  
enfermedad, bromuro de metilo, metam sodio

Abstract

Control of Fusarium oxysporum f. sp. dianthi by  
solarization combined with fumigants at low doses

The most important disease in our carnation crops is still the vascular disorder produced by Fusarium oxysporum f. sp. dianthi. The control has been done by soil desinfestation, mainly with high doses of methyl bromide, and the use of tolerant or resistant varieties to the disease. Soil solarization, a soil desinfestation technique setup in 1976, does not seem to be drastic enough for completely eliminating the inoculum from soil. Nevertheless the addition of small quantities of fumigants (metam sodium or methyl bromide) improves significantly its efficacy.

In this work are compared the traditionally recommended soil fumigation with methyl bromide (70g/m<sup>2</sup>) versus soil solarization under closed plastic house, alone or with the addition of methyl bromide (14g/m<sup>2</sup>, 28g/m<sup>2</sup>) or metham sodium (35g/m<sup>2</sup>, 70g/m<sup>2</sup>), in a soil artificially infested with F. o. dianthi.

The results of two carnation crops of var. Lena along two years, show the interest of soil solarization for the control of this disease. It significantly improves the plant health and flowers harvest. Solarization with the addition of small doses of fumigants allows a satisfactory crop up to the second year of culture.

Resumen

La enfermedad más importante de nuestros cultivos de clavel sigue siendo la fusariosis vascular producida por Fusarium oxysporum f.sp. dianthi. La forma de lucha se ha centrado en la desinfección del suelo, principalmente con dosis altas de bromuro de metilo, y el uso de variedades tolerantes o resistentes a la enfermedad. La solarización del suelo, técnica de desinfección que apareció en 1976, no

Actas del V Congreso, S.E.C.H. 1993

parece ser suficientemente drástica por eliminar completamente el inóculo del suelo. No obstante la adición de cantidades pequeñas de fumigantes (metam sodio o bromuro de metilo) mejora ostensiblemente su eficacia

En este trabajo se comparan la fumigación del suelo tradicionalmente recomendada con bromuro de metilo ( 70 g / m<sup>2</sup>) y la solarización bajo invernadero de plástico cerrado, sólo o con la adición de bromuro de metilo ( 14 g / m<sup>2</sup>, 28 g / m<sup>2</sup>) o de metam sodio ( 35 g / m<sup>2</sup>, 70 g / m<sup>2</sup>), en un suelo artificialmente infestado con F. o dianthi.

Los resultados de dos cosechas de clavel var. Lena a lo largo de dos años, muestran el interés de la solarización del suelo para el control de esta enfermedad. Mejora significativamente el estado sanitario de las plantas y la producción de flores. La Solarization con la adición de dosis pequeñas de fumigantes permite una cosecha normal hasta el segundo año de cultivo.

### 1. Introducción

Entre las enfermedades que padece el cultivo del clavel (Dianthus caryophyllus L.), la que más daños produce aún es la traqueomicosis causada por Fusarium oxysporum f.sp. dianthi (Prill. et Dell.) Snyd. et Hans. Este patógeno, específico de las plantas del género Dianthus, afecta los haces vasculares y llega a destruir completamente plantas y cultivos. A continuación se instala en el suelo, desde donde es capaz de afectar a los siguientes cultivos de clavel.

Para el control de esta enfermedad se han propuesto métodos de lucha biológica con microorganismos antagonistas (Yuen et al. 1985), o el uso de suelos supresivos (Cebolla V, Pera J. 1984). Pero los métodos más extendidos consisten en la selección de variedades resistentes o tolerantes y la desinfección del suelo con bromuro de metilo a altas dosis. En este último caso después del tratamiento permanecen en el suelo cantidades importantes de residuos tóxicos (Arvieu, 1987, Cebolla et al. 1984), que pueden afectar a las plantas o pueden ser lexiviados a capas profundas.

Desde la aparición de la técnica de la Solarización (Katan 1976) se ha probado su eficacia el multitud de cultivos y contra los principales patógenos del suelo (Stapleton, DeVay 1982,1986, Porter et al. 1989, Phillips, 1990). Esta técnica consiste en el calentamiento del suelo durante varias semanas, en un suelo acolchado con plástico transparente, aprovechando el sol de los meses de verano.

La solarización no consigue una eliminación total de microorganismos en el suelo, pero los cultivos después del tratamiento responden mejor a las enfermedades (Katan 1976). Alternativas con la adición de fumigantes han sido propuesta

(Cebolla, García 1984, Ben-Yephet et al. 1988, Cebolla et al 1989)

En este trabajo se comparan la fumigación del suelo con bromuro de metilo con la solarización bajo invernadero de plástico cerrado, con y sin la adición de fumigantes a bajas dosis, contra la fusariosis vascular del Clavel en un suelo infestado artificialmente.

## 2. Material y métodos

Para conseguir una masa importante de Fusarium oxysporum f.sp. dianthi, partimos de la cepa F5 de nuestra colección, conservada en suelo estéril, cuyo poder patógeno hemos contrastado durante más de 15 años. El hongo se cultivó sobre medio P.D.A. y una vez desarrollado, se transfirió a bolsas de autoclave que contenían 1Kg de pedazos de tallos de clavel cortados por los nudos. Para permitir el intercambio gaseoso y la manipulación, a la boca de la bolsa se sujetaba un tubo de acero inoxidable de 5cm de diámetro y 10cm de largo, que quedaba cerrado con algodón graso. La bolsa se esterilizaron en autoclave dos veces durante 1 hora a 120°C, con un intervalo de 24 horas. La transferencia del hongo se realizó con 20cc de una suspensión de esporas preparada por agitación de cultivo agarizado en agua estéril. Las bolsas se incubaron a temperatura de laboratorio hasta su completa colonización por el hongo.

El sustrato de cultivo consistió en una mezcla de 2/3 tierra arenosa y 1/3 de turba tipo sphagnum, desinfectada al vapor y dispuesta en contenedores de fibrocemento de 40cm de ancho, 80cm de largo y 40 cm de hondo enterrados en el suelo de un invernadero con cubierta de polietileno. En el fondo de los contenedores se practicaron varios agujeros y se añadió una capa de 2cm de grava antes de verter el sustrato. Durante el llenado de los contenedores se añadieron dos de las bolsas de inóculo a cada uno, distribuidas uniformemente en todo el volumen. La mezcla permaneció durante 30 días al ambiente para permitir la estabilización del inóculo.

Los tratamientos fueron los siguientes: Control no tratado, desinfección con bromuro de metilo 70g/m<sup>2</sup>, Solarización, Solarización con la adición de: 70g/m<sup>2</sup> de metam sodio, 35g/m<sup>2</sup> de metam sodio, 28g/m<sup>2</sup> de bromuro de metilo, o 14g/m<sup>2</sup> de bromuro de metilo.

Se realizó un diseño al azar de siete tratamientos con seis repeticiones, cada repetición consistía en un contenedor en el que se cultivaron 15 plantas. En los tratamientos en los que había solarización combinada con la adición de bromuro de metilo, se aplicó la dosis correspondiente bajo el acolchado plástico (polietileno de 50micras) y se regó a continuación. En los que la solarización se combinó con metam sodio, este se aplicó

disuelto en el agua de riego. En ambos casos el fumigante se aplicó antes de solarizar.

Los contenedores de control no tratado y de desinfección con bromuro de metilo a 70g/m<sup>2</sup> permanecieron fuera del invernadero durante el período de solarización y fueron incorporados a su lugar definitivo con posterioridad.

La desinfección dió comienzo cerrando completamente el invernadero desde el 27 de Julio al 6 de Septiembre siguiente.

La primera plantación de clavel fué el 5 de Octubre y la segunda el 2 de Julio siguiente. Los cultivos se han realizado siguiendo las prácticas normales de invernadero para el cultivo de clavel, con la excepción de los tratamientos fungicidas al cuello de la planta. Se practicó un pinzado entre el 4° y el 5° entrenudo, y un pinzado y medio posteriormente, así como desbotonados periódicos.

El nivel de inóculo en el suelo se valoró mediante la técnica de dilución de suelos en medio selectivo (Komada, 1975)

La evaluación de la enfermedad durante el cultivo se hizo dando un valor de 0 a 100 a cada planta (0 planta sana, 20 primeros síntoma, 40 síntomas marcados, 60 más de media planta afectada, 80 toda la planta enferma, 100 planta muerta). Para cada repetición el nivel de enfermedad se expresa como valor medio de las plantas de la parcela.

Al final de cada cultivo se cortaron las plantas por el primer nudo y se anotó el porcentaje de zona vascular necrótica que se expresa como valor medio de las plantas de cada parcela.

Para la comparación estadística de las medias de las 6 repeticiones de cada tratamiento se ha utilizado el análisis de la varianza 1 vía, con la prueba de rango LSD (Mínima diferencia significativa).

### 3. Resultados

El potencial infeccioso del suelo, expresado como propágulos/g de sustrato se mantuvo durante el primer cultivo a niveles inferiores al umbral de detección para los tratamientos en los que intervino la solarización, para el tratamiento de Bromuro de metilo se mantuvo bajo (10-690 propágulos/g de suelo) mientras que el tratamiento de control mantuvo niveles medios a altos (690-2600 propágulos/g de suelo). Durante el segundo cultivo el potencial infeccioso aumentó hasta niveles detectables para todos los tratamientos, (500-1100prop/g) en los de solarización con la adición de fumigantes, y más elevados

(2000-3500 prop/g) en los tratamientos de Control, Solarización y Bromuro de metilo.

El nivel de enfermedad al finalizar el cultivo (Fig. 1) muestra diferencias entre el Control y el resto de tratamientos, con diferencias más marcadas al final del segundo cultivo. La Solarización aún siendo mejor que el tratamiento de Control, fue superada por los tratamientos con fumigantes. La evolución de la enfermedad durante el primer año fue lenta, debido a las fechas de plantación, pero el segundo año (Fig 2) fue muy rápida en el Control y bastante más estable en los demás tratamientos.

La producción de flor cortada (Fig. 3) se mantuvo sin diferencias entre tratamientos, excepto el Control, con un 30% menos que la solarización. Durante el 2º año, debido a la rápida aparición de la enfermedad en este tratamiento, su producción fue muy reducida (Fig. 4) los tratamientos con fumigantes presentan los mejores resultados.

### Discusión

La Solarización bajo invernadero de plástico, es un método no contaminante, que aporta un grado de control notable sobre la fusariosis vascular del clavel, pero su eficacia se mejora con la adición de pequeñas dosis de fumigantes. Esto confirma resultados obtenidos anteriormente sobre otros hongos: "Corky root" en tomate y el complejo de podredumbre de raíz del pepino (Malthrakis, 1987), y Phytophthora parasitica, Pythium spp, Rhizoctonia solani, así como sobre adventicias (Cebolla et al 1989). Estos autores señalan la posibilidad del acortamiento del tiempo de solarización, sin pérdida de eficacia, con el empleo de pequeñas cantidades de fumigantes (Cebolla et al. 1989).

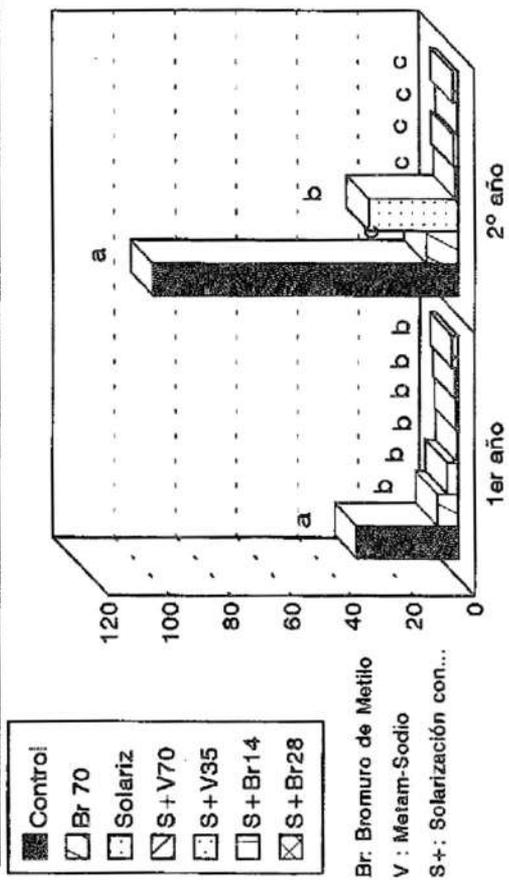
Resultan interesantes los buenos resultados obtenidos con la adición de metam sodio, comparable a los tratamientos con bromuro de metilo. Asimismo resulta interesante la duración del efecto en un cultivo practicado el segundo año. Por ello y dado que la fecha habitual de trasplante del clavel es en primavera, se puede emplear el terreno con un cultivo que aproveche los meses de Septiembre hasta Marzo o Abril entre el final de la solarización y la plantación del clavel.

### Referencias

- Arvieu J.C. 1987. Comportement du bromure de methyle dans le sol. Consequences sur l'activite pesticide et la formation de residus bromés. Fruticultura Profesional 12:90-95
- Ben-Yephet, Y.; Melero-Vera, J.M. DeVay J.E. (1988) Interaction of soil solarization and metham-sodium in the destruction of Verticillium dahliae and Fusarium oxysporum f.sp. vasinfectum. Crop Protection 7:327-331

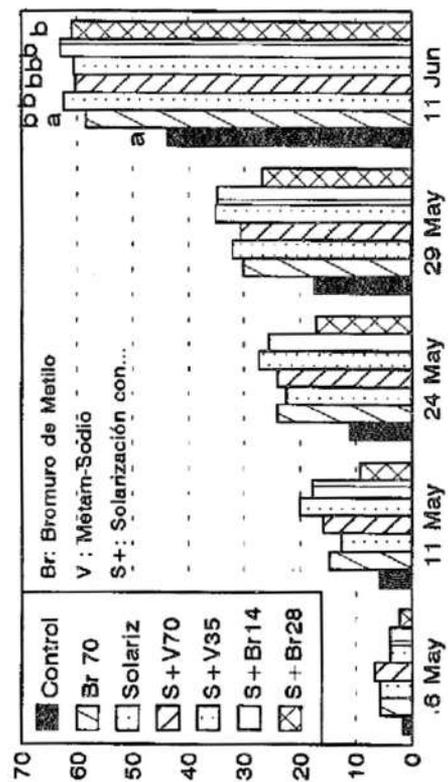
- Cebolla V., Estaún M.V., Calvet M.C. 1984. Estudio de la eficacia del Bromuro de metilo contra *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* en distintos sustratos. Anales INIA ser. Agrícola N 27-1984 : 119-123
- Cebolla V., J. Pera 1984. Suppressive effects of certain soils and substrates against fusarium wilt of carnation. Acta Horticulturae 150: 113-119
- Cebolla, V. y M.García 1984. Desinfección de suelo en cultivo del fresón al aire libre y bajo invernadero. Publicaciones SEA Moncada (Valencia) Diciembre 1984
- Cebolla V. del Busto A., Barreda D. Martinez P.F., Cases B. 1989. Study on combined soil solarization plus fumigants to control some soil-borne fungi and weeds. Simposio internazionale su nuove applicazioni dell'energia solare in agricoltura. Siracusa (Italia) 11-14 Dic .
- Katan J., Greenberger, A. Alon, H. Greenstein A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. Phytopathology 66:683-688
- Komada, H. 1975. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil. Rev. Plant. Prot. Res. 8:114-125
- Malathrakis N.E. 1987. Six years of experience on solarization. EC Joint Experts Meeting Protected Vegetable Crops, Cabrils. Spain.
- Phillips, A.J.L. (1990) The effects of soil solarization on sclerotial population of *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Pathology. 39:38-43
- Porter I.J. Merriman P.R. Keane P.J. (1989) Integrated control of pink root (*Pyrenochaeta terrestris*) of onions by dazomet and soil solarization. Australian Journal of Agricultural Research. 40:861-869
- Stapleton J.J.; DeVay J.E.; 1982. Effect of soil solarization in populations of selected soil borne microorganisms and growth of deciduous fruit tree seedlings. Phytopathology 72:323-326
- Yuen G.Y., Schroth M.N., McCain A.H. 1985. Reduction of *Fusarium* wilt carnation with suppressive soils and antagonistic bacteria. Plant Disease 69:1071-1075

Fig. 1: Porcentaje de Vasos Necrosados al cortar la planta al finalizar el cultivo



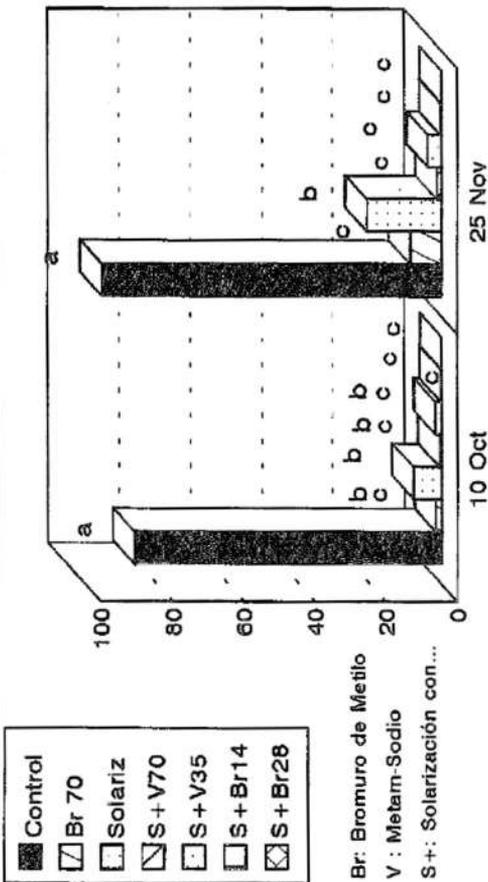
Las columnas con la misma letra no son sig. dif.  $p < 0.05$

Fig. 3: Producción acumulada en flores/m<sup>2</sup> de clave! var. Lena en invernadero Solarizado, 1er año



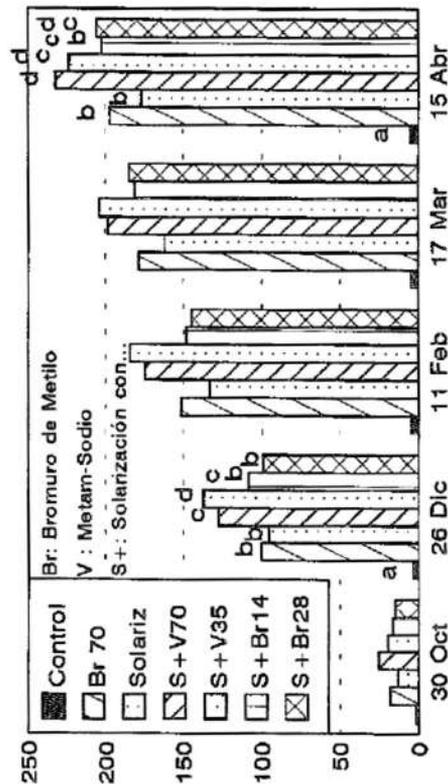
Las columnas con la misma letra no son sig. dif.  $p < 0.05$

Fig. 2: Porcentaje de plantas enfermas en las fechas indicadas para el 2º año de cultivo



Las columnas con la misma letra no son sig. dif.  $p < 0.05$

Fig. 4: Producción acumulada en flores/m<sup>2</sup> de clave! var. Lena en invernadero Solarizado, 2º año



Las columnas con la misma letra no son sig. dif.  $p < 0.05$