

## Control de Enfermedades Vasculares del Clavel en Colombia<sup>1</sup>

GERMAN ARBELAEZ-TORRES<sup>2</sup>

**Resumen.** Las enfermedades vasculares ocasionadas por *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* y *Phialophora cinerescens* constituyen un aspecto importante en el cultivo del clavel en la Sabana de Bogotá. Dichas enfermedades se introdujeron de diversos países mediante material de propagación infectado y su incidencia ha aumentado por la rápida diseminación de los patógenos, por su persistencia en el suelo y por la poca eficiencia y el alto costo de las medidas de control utilizadas. Entre 1983 y 1986 se realizaron 5 experimentos en diferentes cultivos utilizando la combinación de vapor, fumigantes, fungicidas sistémicos y la aplicación de algunos aislamientos de *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas putida* y *Serratia liquefaciens* para evaluar el control de las enfermedades vasculares. La aplicación de Metan-sodio + Vapor antes de la siembra y de Vapor ocasionaron la menor mortalidad de plantas y la mayor producción de flores. La aplicación de antagonistas al suelo no ocasionó un control satisfactorio de las enfermedades, como tampoco la aplicación de fungicidas sistémicos.

### CONTROL OF CARNATION VASCULAR DISEASES IN COLOMBIA

**Abstract.** Vascular diseases caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* and *Phialophora cinerescens* are economically important in carnation greenhouses at the Bogotá Plateau. These pathogens were introduced from different countries through infected propagative material and their

incidence has quickly increased due to a high dissemination rate, soil persistence and low efficiency and high costs of the control measures used. Five experiments in different farms using a combination of steam, several fumigants, systemic fungicides and the application of some isolates of *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas putida* and *Serratia liquefaciens* were set to evaluate control of vascular diseases from 1983 to 1986. Flower yield was also measured. The application of Metham-sodium plus steam before planting and steam alone caused the lowest mortality of plants and the highest flower yield. The use of antagonists in the soil did not control satisfactorily the diseases. Systemic fungicides showed a low efficiency for control.

### INTRODUCCION

Las enfermedades vasculares ocasionadas por los hongos *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* y *Phialophora cinerescens* constituyen un factor muy importante del cultivo del clavel en Colombia. Estas enfermedades se introdujeron al país hace algunos años en material de propagación infestado procedente de Estados Unidos, Alemania, Francia, Holanda, Italia e Israel. La incidencia de estas enfermedades ha aumentado progresivamente en algunas empresas debido a la fácil diseminación de los patógenos a través de los esquejes y por su alta persistencia en el suelo.

Se han utilizado, diferentes medidas de control tales como la erradicación temprana de las plantas enfermas, la aplicación al suelo de vapor, fumigantes y fungicidas sistémicos, la aplicación de antagonistas, el uso de variedades tolerantes y la rotación con otro tipo de plantas. Sin embargo, el costo de algunas medidas de control reducen sensiblemente

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 8 de Marzo de 1989.

<sup>2</sup> Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.E. A.A. 14490.

la rentabilidad del cultivo. Debido a la importancia de estas enfermedades, a partir de 1983 se estableció un programa en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá) para realizar investigaciones tendientes al control de dichas enfermedades en el cultivo del clavel.

En este trabajo se presentan en forma resumida los resultados de algunas investigaciones realizadas en forma personal y con tesis de grado de estudiantes de las Carreras de Agronomía y Biología de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá.

**EXPERIMENTO 1.** Este experimento se llevó a cabo en una finca infestada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* y *Phialophora cinerescens*. Se evaluó el efecto del aislamiento T-95 de *Trichoderma harzianum* y su combinación con el fungicida Benomil en el control de dichas enfermedades. El ensayo se realizó entre Abril y Diciembre de 1983 utilizando un diseño de Bloques al azar con 3 replicaciones. Las parcelas fueron de 9,46 m por 1,06 m con 324 plantas de la variedad Improved White.

Los primeros síntomas de la enfermedad ocasionada por *F. oxysporum* se presentaron a los 60 días después de la siembra tanto en las parcelas tratadas como en las no tratadas, mientras que los primeros síntomas de

*Phialophora cinerescens* se observaron a los 113 días después de la siembra.

El control de las dos enfermedades vasculares no fue satisfactorio en ninguno de los tratamientos utilizados como puede observarse en el Cuadro 1. Ocho meses después de la siembra, las pérdidas por ambos patógenos fueron de 73% para el testigo y para *T. harzianum*, y de 62% para la combinación de *T. harzianum* y benomil. La mayor producción de flores se obtuvo en las parcelas tratadas con *T. harzianum* + benomil.

**EXPERIMENTO 2.** Este experimento se realizó en un suelo severamente infestado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*. Se utilizó un diseño experimental de Parcelas Divididas con 4 replicaciones.

Las parcelas principales fueron tratadas con metan-sodio Dapam, 153 ml/m<sup>2</sup> + vapor; metil isotiocianato (Ditrapex, 150 ml/m<sup>2</sup>) y un testigo que no recibió ningún tratamiento. En las subparcelas se aplicaron al suelo los antagonistas *Pseudomonas putida* (50 ml/m<sup>2</sup>) + 16,7 g/m<sup>2</sup> de FeEDDHA (sal férrica del ácido etilendiaminodihidroxifenil acético), *Trichoderma harzianum* (T-95; 150 g/m<sup>2</sup>), *T. harzianum* (T-95) + benomil (18 g/m<sup>2</sup> a la siembra y 9 g/m<sup>2</sup> cada 3 meses), y un testigo sin ninguna aplicación. El ensayo se realizó entre julio de

**Cuadro 1.** Plantas enfermas por patógenos vasculares en clavel (Experimento 1).

	T. harzianum		T.h. + Benlate		Testigo	
	Total ac.*	%	Total ac.	%	Total ac.	%
<b>Fusarium oxysporum</b>						
60 días	44**	4,5	33	3,4	31	3,2
113 días	147	15,1	88	9,1	118	12,4
160 días	261	26,9	160	16,5	239	24,6
243 días	363	37,4	258	26,5	317	32,6
<b>Phialophora cinerescens</b>						
60 días	0	0	0	0	0	0
113 días	18	1,9	17	1,8	22	2,3
160 días	230	23,7	186	19,1	258	26,5
243 días	348	35,8	340	35,0	390	40,1
<b>F. oxysporum + cinerescens</b>						
60 días	44	4,5	33	3,4	31	3,2
113 días	165	17,0	105	10,8	140	14,4
160 días	491	50,5	346	35,6	497	51,1
243 días	711	73,2	600	61,7	707	72,7

\* Total acumulado

\*\* 972 plantas

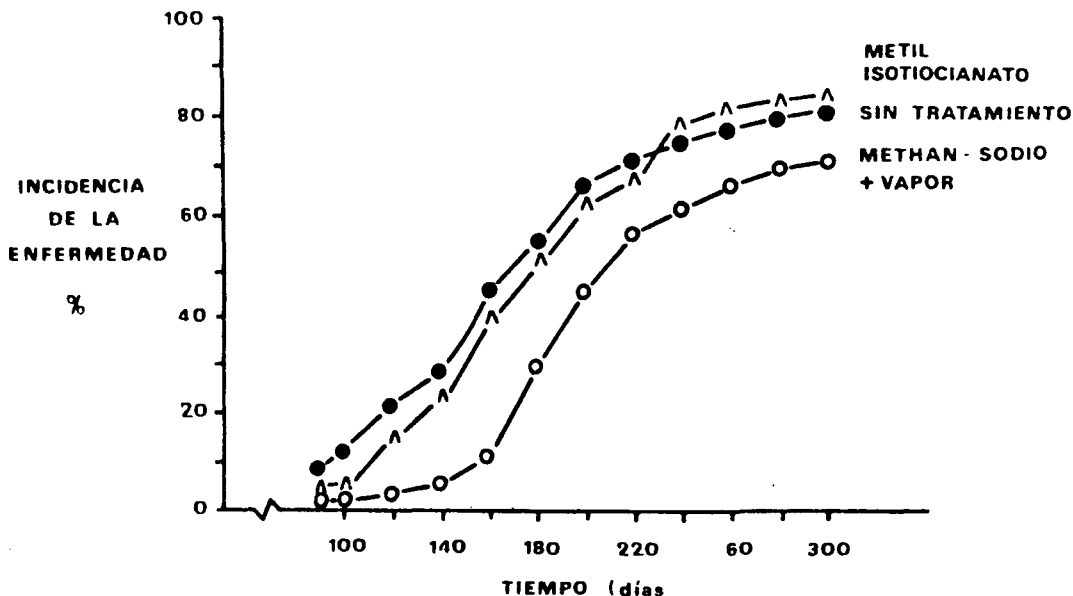


Figura 1. Pérdidas ocasionadas por *Fusarium oxysporum* en clavel, Experimento 2.

1983 y abril de 1984 y se utilizó la variedad White CC.

La enfermedad ocasionada por *Fusarium oxysporum* se observó inicialmente a los 90 días después de la siembra en las parcelas tratadas y no tratadas. La aplicación al suelo de metan-sodio + vapor fue la que ocasionó la menor mortalidad de plantas y la mejor producción de flores (Figura 1). El tratamiento con metil isotiocianato ocasionó inicialmente alguna reducción en la enfermedad, pero después de 220 días la mortalidad de plantas fue aún mayor que en el testigo. La aplicación de los antagonistas *P. putida* y *T. harzianum* y del fungicida benomil no redujo en forma apreciable la enfermedad, y no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

**EXPERIMENTO 3.** Este experimento fue el trabajo de tesis de los estudiantes Silvia Guzmán y Jorge León de la Facultad de Agronomía (Guzmán y León, 1985). El trabajo se desarrolló entre junio de 1983 y julio de 1984 en un cultivo afectado en forma simultánea por *Phialophora cinerescens* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*.

Por condiciones del cultivo, el experimento se desarrolló utilizando un sistema de 3 bloques y dentro de cada uno de ellos se ubicó un diseño de Bloques al azar con 4 tratamientos y 4 replicaciones. Las unidades experimentales tuvieron un área de 7,10 m<sup>2</sup>

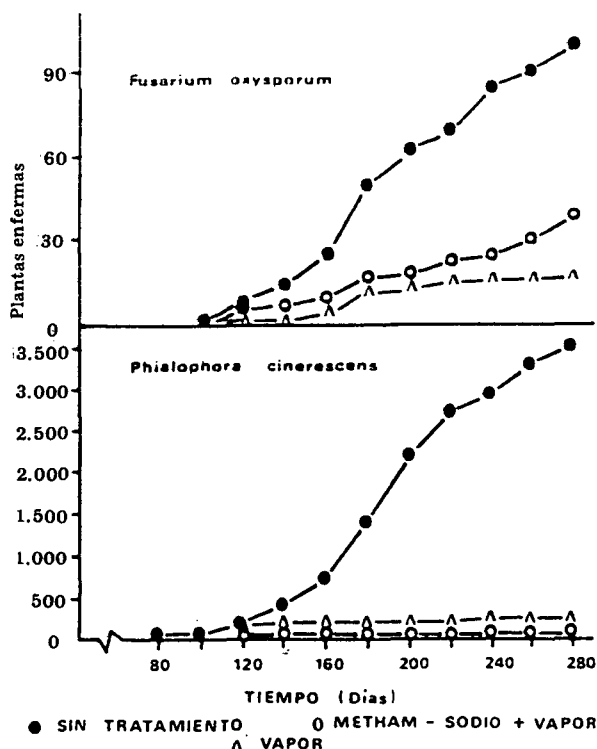


Figura 2. Número de Plantas enfermas por *Fusarium oxysporum* y *Phialophora cinerescens* 280 días después de la siembra (Experimento 3).

con 276 plantas y se utilizó la variedad Pink Calypso.

El tratamiento con metan-sodio + vapor

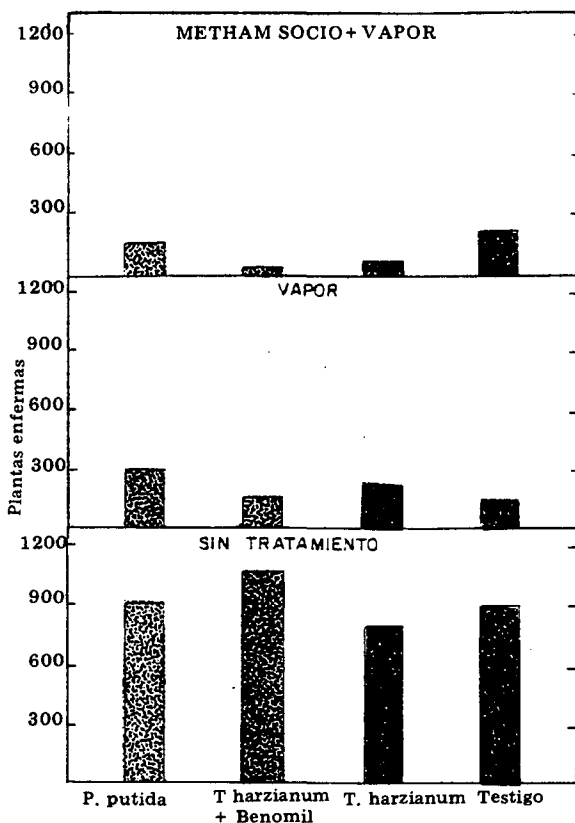


Figura 3. Número de plantas enfermas por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* y *Phialophora cinerescens* 429 días después de la siembra. Experimento 3.

fue el que ocasionó la mayor reducción de las enfermedades causadas por *F. oxysporum* y *P. cinerescens*, seguido muy de cerca por el tratamiento con vapor (Figura 2). El número promedio de plantas afectadas catorce meses después de la siembra fue de 9,6% para metan-sodio + vapor; 17,8% para vapor y 82,6% para el testigo. La aplicación al suelo de los antagonistas *P. putida* y *T. harzianum* y del fungicida benomil no ejerció ningún control eficiente de las dos enfermedades vasculares (Figura 3). El tratamiento con metan-sodio + Vapor produjo la mayor cantidad de flores y la mayor rentabilidad.

**EXPERIMENTO 4.** Este experimento fue el trabajo de Tesis de Grado de los estudiantes Martín González y Juan Carlos Molina de la Facultad de Agronomía y se desarrolló entre agosto de 1984 y mayo de 1985 en un cul-

tivo afectado por *F. oxysporum* (Molina y González, 1987). Se usó un diseño de Parcelas Divididas con 4 replicas y la variedad Pink Calypso.

Las parcelas principales fueron tratadas antes de la siembra con metan-sodio (Vapam, 153 ml/m<sup>2</sup>) + vapor; vapor; metan-sodio (153 ml/m<sup>2</sup>); dazomet (Basamid, 70 g/m<sup>2</sup>); formaldehído (40%, 473 ml/m<sup>2</sup>), y un testigo sin ningún tratamiento. En la subparcela se aplicaron los aislamientos T-15 y T-18 de *Trichoderma harzianum* (140 g/m<sup>2</sup>), la bacteria *Serratia liquefaciens* (61 x 10<sup>7</sup> u.f.c./ml), el fungicida Benomil (18 g/m<sup>2</sup>) a la siembra y 6.8 g/m<sup>2</sup> a los 3, 6 y 9 meses) y un testigo que no recibió ningún tratamiento.

El tratamiento más eficiente para el control de la enfermedad fue la aplicación de metan-sodio + vapor, siguiéndole en eficiencia la aplicación de vapor con pérdidas de 38% y 40% respectivamente en comparación con el testigo que presentó pérdidas de 95%, nueve meses después de la siembra (Figura 4).

La aplicación de *T. harzianum* al suelo y *S. liquefaciens* a los esquejes antes de la siembra no redujo en forma apreciable la incidencia de la enfermedad. La bacteria *S. liquefaciens* se comportó en forma sistémica y fue posible recuperarla de los brotes medios y superiores de las plantas, 120 días después de su aplicación a los esquejes.

El fungicida benomil ocasionó alguna reducción en el nivel de la enfermedad cuando se aplicó en suelo tratado antes de la siembra con metan-sodio + vapor; vapor y dazomet.

**EXPERIMENTO 5.** Este experimento fue la Tesis de Grado del estudiante Julio Parra y se realizó entre Noviembre de 1985 y Octubre de 1986 en un cultivo afectado por *F. oxysporum* (Parra, 1988).

Se estableció un diseño experimental de Parcelas Sub-subdivididas con 3 replicas utilizando la variedad Pink Calypso. Las parcelas principales fueron tratadas con metan-sodio (153 ml/m<sup>2</sup>) + vapor, dazomet (70 g/m<sup>2</sup>) + formaldehído (40%, 473 ml/m<sup>2</sup>) y dazomet (70 g/m<sup>2</sup>). Las subparcelas consistieron en un aislamiento del suelo con polie-

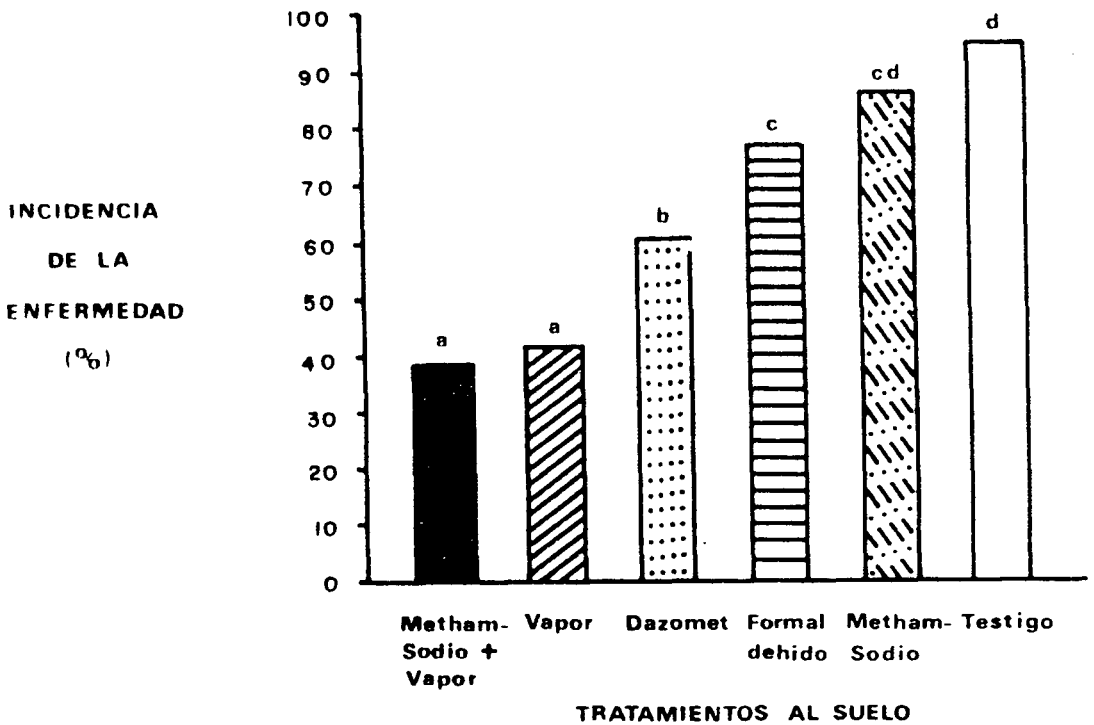


Figura 4. Incidencia de la enfermedad ocasionada por *Fusarium oxysporum* 280 días después de la siembra (Experimento 4).

tileno a 30 cm de profundidad, y sin ningún aislamiento. En las sub-subparcelas se aplicaron los fungicidas sistémicos benomil (Benlate), tiabendazol (Mertect) y metil tiofanato (Topsin), y un testigo que no recibió ningún tratamiento.

La aplicación de metan-sodio + vapor al suelo fue el mejor tratamiento al disminuir en mayor grado el número de plantas enfermas y el inóculo del patógeno y presentar la mayor producción de flores, de manera similar a lo encontrado en experimentos anteriores. La aplicación de los fumigantes dazomet + formaldehido y dazomet no redujo en forma apreciable la enfermedad (Figura 5).

El aislamiento del suelo con polietileno no redujo la recontaminación de las plantas a partir de suelo infestado, y por tanto, no disminuyó la incidencia de la enfermedad, la

cual fue mayor que en el suelo no aislado. Por el contrario, el aislamiento del suelo redujo significativamente la producción de flores por influir en forma negativa en el desarrollo radical de las plantas.

La aplicación de fungicidas sistémicos al suelo no redujo significativamente el nivel de inóculo del patógeno, ni la enfermedad, no obstante el alto costo que implica su aplicación al suelo.

## DISCUSION

Los cinco experimentos realizados entre 1983 y 1986 en diferentes fincas de la Sabana de Bogotá y con distintos niveles de infestación del suelo para el control de *Fusarium oxysporum* y *Phialophora cinerescens* en clavel, mostraron resultados bastante consistentes.

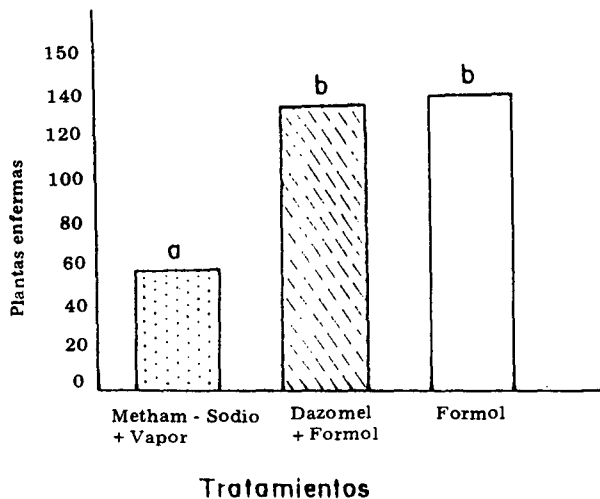


Figura 5. Efecto de tratamiento al suelo en el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. Experimento 5.

El mejor control de las dos enfermedades vasculares se obtuvo en todos los experimentos con la aplicación de metan-sodio + vapor, seguido por el tratamiento de vapor, lo que coincide con resultados obtenidos por diversos investigadores en otros países (Evans, 1978; Baker, 1980). Sin embargo, se lograron mejores niveles de control de *P. cinere-cens* que de *F. oxysporum*.

La aplicación de diferentes fumigantes al suelo no ocasionó una reducción apreciable en el nivel de las enfermedades. Esto parece deberse a que la fumigación del suelo es bastante superficial, lo cual permite su rápida recontaminación a partir de raíces infectadas de cultivos anteriores. Por esto, al principio de los experimentos se logró alguna reducción apreciable en el nivel de la enfermedad, pero dicho nivel aumentó en forma bastante rápida y en algunos casos su incidencia posterior fue mayor que en los testigos no tratados. Esto coincide con lo observado por Baker (1980). Sin embargo, en el experimento 4, la aplicación de dazomet ocasionó alguna reducción apreciable de la enfermedad ocasionada por *F. oxysporum* en comparación con el testigo.

La aplicación de diversos fungicidas sistémicos no fue efectiva en el control de las enfermedades vasculares del clavel, no obstante su alto costo. La ineficiencia del control con fungicidas sistémicos coincide con lo encontrado por Garibaldi (1977) y por Tramier y Betachini (1974). Esto puede deberse a la ineficiencia de los fungicidas en los suelos utilizados o a la posibilidad de haber importado en material de propagación infectado, razas de los patógenos tolerantes a los fungicidas. En dos de los cinco experi-

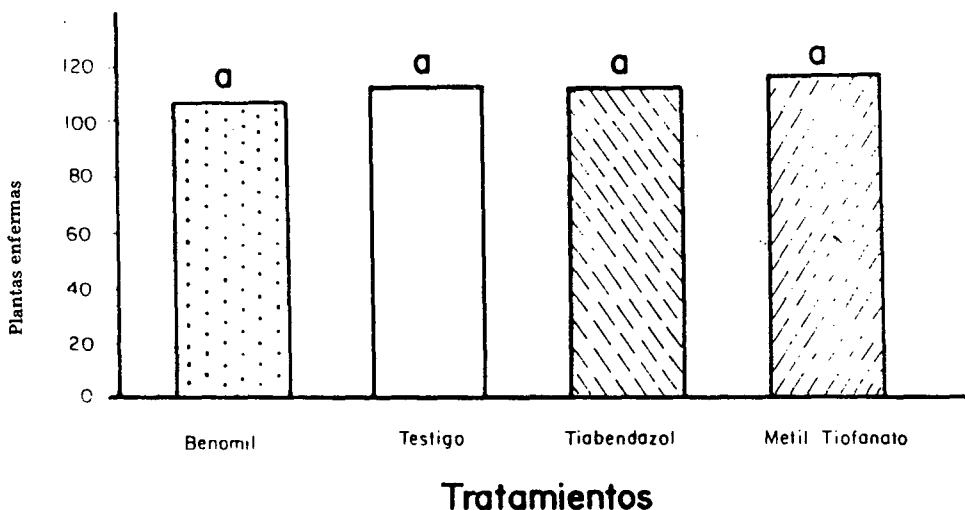


Figura 6. Efecto de la aplicación de fungicidas sistémicos en el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. Experimento 5.

mentos se obtuvo alguna reducción en el nivel de *F. oxysporum* cuando se aplicó benomil antes de la siembra y en forma periódica cada tres meses, en comparación con el testigo.

La aplicación de tres aislamientos del hongo *Trichoderma harzianum* y de un aislamiento de las bacterias *Pseudomonas putida* y *Serratia liquefaciens* no ocasionó un nivel efectivo de control de las dos enfermedades vasculares del clavel en cultivos comerciales, aunque bajo condiciones controladas sí se presentó un nivel aceptable de control de *Fusarium oxysporum*.

La imposibilidad de obtener un control adecuado de las enfermedades vasculares del clavel mediante la aplicación de antagonistas, no coincide con los resultados obtenidos por otros investigadores. Scher y Baker (1982) y Yuen *et al* (1985) encontraron una reducción de *F. oxysporum* en clavel mediante la aplicación de *P. putida*, mientras que Borda y Arbeláez (1985) no encontraron control de *F. oxysporum* en plántulas de pepino cohombro con la misma bacteria bajo condiciones controladas, ni en plantas de clavel en cultivos comerciales. Es posible que el pH ácido y el tipo de suelo franco-limoso con alto contenido de materia orgánica y altos niveles de hierro disponible, sean factores que impidan la acción antagonista de la bacteria. Aunque Sneh *et al* (1985) encontraron protección contra *F. oxysporum* mediante la aplicación de la bacteria *Serratia liquefaciens* a los esquejes de clavel, esto no se encontró bajo las condiciones en que desarrolló el experimento 4.

Borda y Arbeláez (1985) y Elías y Arcos (1984) encontraron una disminución de la incidencia de *F. oxysporum* mediante la aplicación de algunos aislamientos de *T. harzianum* bajo condiciones controladas. Esto no se observó en los diferentes experimentos bajo condiciones de campo.

Como era de esperarse en todos los experimentos, la mayor producción de flores se obtuvo en los tratamientos que ocasionaron la menor mortalidad de plantas.

## LITERATURA CITADA

1. Baker, R. 1980. Measures to control *Fusarium* and *Phialophora* wilt pathogens of carnation. *Plant Disease* 64: 743-749.
2. Borda, F. y G. Arbeláez. 1985. Control del marchitamiento vascular del pepino ocasionado por *Fusarium oxysporum* Schl. con el aislamiento T-95 de *Trichoderma harzianum* Rifai. *Fitopatología Colombiana* 11: 10-15.
3. Elías, R. y O. Arcos. 1984. Contribución al estudio del control biológico de *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium* sp. mediante diferentes especies de *Trichoderma*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
4. Evans, S. G. 1978. Chemicals only a partial answer to carnation *Fusarium* wilt. *Grower* 89: 113-117.
5. Garibaldi, A. 1977. Race differentiation in *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* and varietal susceptibility. *Acta Horticulturae* 71: 97-99.
6. Guzmán, S. y J. León. 1985. Control de la marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* y *Phialophora cinerescens* en el cultivo del clavel. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
7. Molina, J. C. y M. González. 1987. Control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* en el cultivo del clavel (*Dianthus cariophyllus*) mediante el tratamiento al suelo y aplicación de antagonistas. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
8. Parra, J. 1988. Algunos tratamientos físicos y químicos para el control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* en el cultivo de clavel. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
9. Scher, F. M. y R. Baker. 1982. Effect of *Pseudomonas putida* and a synthetic iron chelator on induction of soil suppressiveness to *Fusarium* wilt pathogen. *Phytopathology* 72: 1567-1573.
10. Sneh, B., O. Agami y R. Baker. 1985. Biological control of *Fusarium* wilt in carnation with *Serratia liquefaciens* and *Hafnia alvei* isolated from rhizosphere of carnation. *Phytopath Z.* 113: 271-276.
11. Tramier, R. y A. Bettachini. 1974. Mise en évidence d'une souche de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* resistance aux fongicides systémiques. *Ann. Phytopathol.* 6: 231-236.
12. Yuen, G. Y., M. N. Schroth y A. H. McCain. 1985. Reduction of *Fusarium* wilt of carnation with suppressive soils and antagonistic bacteria. *Plant Disease* 60: 1071-1075.