

EVALUACION DE DOS SISTEMAS DE DESINFECCION DEL SUELO Y SU INTERACCION CON ALGUNAS FORMULACIONES DE MICROELEMENTOS SOBRE LA INCIDENCIA DE *Fusarium oxysporum* EN DOS VARIEDADES DE CLAVEL

Evaluation of two systems of soil disinfection and its interaction with some micronutrient formulations on the incidence of *Fusarium oxysporum* in two carnation varieties.

MARTHA OROZCO DE AMÉZQUITA ¹, ANGELA CHAPARRO DE BARRERA ¹, GERMÁN ARBELÁEZ ², EMIRA GARCÉS DE GRANADA ¹, JUAN OSPINA ².

RESUMEN.

La investigación se realizó en un cultivo comercial de clavel con el objeto de evaluar el tratamiento del suelo con una mezcla de un fumigante + vapor y la aplicación foliar de Zinc, Cobre, Manganeso, Boro y Molibdeno en las variedades New Pink y Scania, para el control del marchitamiento vascular ocasionado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*. La mayor población del hongo en el suelo y la menor incidencia de la enfermedad se obtuvo con la aplicación de Dazomet + Vapor. La aplicación de micronutrientes al follaje de las plantas no produjo una disminución significativa de la enfermedad, ni un aumento en la producción de flores.

Evaluation of two systems of soil disinfection and their interaction with some formulation of micronutrients on the incidence of *Fusarium oxysporum* in two carnation varieties

Palabras Claves: Marchitamiento vascular-*Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*- Clavel estándar

SUMMARY

A research was done in a commercial greenhouse in order to evaluate two soil treatments before planting and foliar application of Zinc, Cooper, Manganese, Boron and Molybdenum in the control of vascular wilt of Carnation caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*. A greater reduction of the fungus population

in the soil and disease incidence was observed with the soil treatment with Dazomet + steam. The application of micronutrients to the foliage of the plants did not produce a significant control of the disease.

INTRODUCCION

A partir de 1980, en los cultivos de flores de la Sabana de Bogotá se han incrementado los costos de producción, debido a algunos problemas fitosanitarios, dentro de los cuales se destacan la enfermedad vascular que ocasiona la marchitez del clavel, la cual es causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. La magnitud de las pérdidas en producción ha obligado a utilizar diferentes formas de control y ha llevado a la sustitución y al desplazamiento del cultivo hacia suelos no contaminados.

Fusarium oxysporum f. sp. *dianthi* está ampliamente distribuido en la Sabana de Bogotá y afecta las fincas destinadas al cultivo de flores para exportación, donde un promedio del 5 al 10 % de los gastos de producción se usa para controlar enfermedades y una de las más importantes es la ocasionada por éste patógeno.

Varios factores han contribuido a la distribución de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en Colombia, como son: la contaminación del material vegetal importado, el conocimiento deficiente de la biología, control y erradicación del patógeno, las estructuras de resistencia que adopta el patógeno, frente a condiciones adversas o en ausencia del hospedante adecuado y la diseminación a través del riego y herramientas (Casas y Rosero, 1981).

El control de *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* se ha intentado mediante el desarrollo y la utilización de variedades resistentes, la limpieza del material de propagación, la rotación de cultivos, la aplicación de

¹Profesora. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, D. C.

²Profesor. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. A. Aéreo 14490, Santafé de Bogotá. D. C.

tratamientos físicos y/o químicos de desinfección al suelo antes de la siembra, el uso de fungicidas sistémicos y el empleo de técnicas de control biológico (Baker, 1980, 1988; Guzmán y León, 1985).

En general, las plantas que reciben una nutrición balanceada con macro y micronutrientes, están mejor protegidas contra las enfermedades; sin embargo, una nutrición adecuada puede afectar el desarrollo de una enfermedad cuando aumenta o disminuye la concentración de nutrientes (Stack *et al.*, 1986).

Por lo anteriormente descrito, se planteó la realización de esta investigación, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la desinfección del suelo y su interacción con diferentes dosis de micronutrientes sobre la población del patógeno en el suelo y la incidencia de la enfermedad ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en la producción de flores en dos variedades de clavel.

REVISIÓN DE LITERATURA

Varios factores influyen en el crecimiento y la proliferación de los organismos que causan enfermedades dentro de los hospedantes, incluyendo el tamaño inicial del inóculo, la virulencia del patógeno y la edad, el sexo, la composición genética y el estado nutricional del hospedante. De los factores anteriormente señalados, el abastecimiento de nutrientes hacia el hospedante es potencialmente el aspecto de más fácil control.

Prácticas culturales como la rotación de cultivos, el abonamiento orgánico y mineral, el ajuste de pH, el manejo de malezas y la irrigación influyen sobre las enfermedades y determinan la producción de los cultivos, porque controlan en los suelos la capacidad de intercambio catiónico y la actividad microbiana (López, 1991).

La nutrición mineral se ha reconocido como un componente primario del control fitosanitario. La deficiencia de cualquier elemento esencial puede influir sobre la incidencia o severidad de las enfermedades.

La nutrición actúa sobre la enfermedad porque, en una compleja y dinámica interacción medio-planta-patógeno, puede modificar la resistencia de la planta y la supervivencia y virulencia del patógeno a través del tiempo, (Huber, 1981).

Jarvis y Thorpe (1980) señalan que la fertilización

puede incrementar o disminuir la sensibilidad de las plantas a las enfermedades.

Los principios generales que relacionan la nutrición y la enfermedad se resumen en los siguientes puntos:

- Una planta bien nutrida es vigorosa y tolera mejor las enfermedades;

- Los cambios nutricionales inducen modificaciones fisiológicas que se manifiestan en la producción de exudados, los cuales determinan la supervivencia, germinación, crecimiento y virulencia de los patógenos;

- La severidad de la enfermedad, en función de los nutrientes, opera directamente a través de las necesidades nutricionales del patógeno y de la tolerancia de la planta e, indirectamente, alterando los mecanismos de resistencia;

- Los macronutrientes incrementan la resistencia a una enfermedad solamente, por encima de los niveles capaces de causar deficiencia. Cantidades muy altas no proporcionan protección adicional e, inclusive, pueden ser desventajosas;

- El aumento o la disminución de la severidad de una enfermedad está controlada por la interacción entre el nutriente y otros factores;

- En general, el N tiende a incrementar la enfermedad y el K, a disminuirla (Graham, 1983).

Un aspecto de vital importancia que ha sido poco estudiado, con la excepción del Cu, es el relacionado con la participación de los micronutrientes en los mecanismos de protección de las plantas contra el ataque de patógenos. Aunque en algunos casos los resultados son contradictorios con respecto a la participación de los micronutrientes, se sabe con certeza que el Cu, el Mn, el Fe y el B participan activamente en la formación de barreras que las células vegetales construyen como respuesta a la presencia de agentes patógenos (López, 1991).

Los micronutrientes actúan como catalizadores, cofactores e inhibidores; en estas funciones, las concentraciones supraóptimas son fisiológicamente importantes. Su aplicación normal incrementa la resistencia a las enfermedades y, con efectos importantes de los elementos traza esenciales y no esenciales aplicados en exceso.

Aunque el Fe, Zn, Ni y Co catalizan ciertos procesos biosintéticos tendientes a la producción de ligninas y fenoles, su participación es menos crítica que la de Cu, B y Mn (Graham, 1983).

Con relación al efecto de los micronutrientes sobre los microorganismos, Jones *et al.* (1989) señalan que *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* tiene requerimientos relativamente altos de micronutrientes y que las deficiencias de Cu, Fe, Mn, Mo y Zn reducen el crecimiento y esporulación del hongo.

Para el control de *F. oxysporum f. sp. dianthi* en el suelo, se utilizan los productos comerciales, metham-sodio y dazomet; sin embargo, los resultados obtenidos, luego de la aplicación de estos fumigantes, son variables e insatisfactorios y, dependen del grado de contaminación del suelo (Arbeláez, 1988).

El sistema más eficaz de tratamiento al suelo se basa en la pasterización del mismo con vapor; con este método se logra disminuir la incidencia del patógeno, pero por el costo alto, se ha reducido su empleo. La combinación de vapor y algunos fumigantes mejora ligeramente la eficiencia del tratamiento, pero aumenta los costos; además, una vez el suelo está contaminado es muy difícil erradicar el patógeno (Arbeláez, 1988; Rattink, 1988).

METODOLOGIA

El ensayo se realizó bajo condiciones de invernadero en una empresa productora de flores para exportación, localizada en el municipio Anexo de Suba de la Sabana de Bogotá, a 2.550 msnm.

Esquejes enraizados de las variedades New Pink y Scania, homogéneos en cuanto a edad, tamaño y características generales fueron utilizados.

El efecto de la aplicación de Metham sodio+vapor y Dazomet+vapor se evaluaron y, en el primer caso, se aplicaron 4 litros del producto por 178 litros de agua/cama. Para la aplicación del fumigante se usó una bomba eléctrica con boquillas en "flauta"; posteriormente se selló el suelo durante 3 días con 379 litros de agua/cama. En el segundo tratamiento se aplicaron colocando 12 kilogramos del producto, colocados en el fondo de una zanja de 30 cm de profundidad, abierta a lo largo de cada cama y, posteriormente, se cerró la zanja.

En ambos casos, el tratamiento con vapor se realizó enterrando dos líneas de tubería en cada cama, la cual se cubrió con una lona; el vapor se suministró hasta que el suelo alcanzó una temperatura de 82 °C durante 30 minutos.

Los esquejes enraizados se transplantaron a las camas (de 23,5 m² cada una) correspondientes, en los invernaderos de producción, donde se realizó el ensayo.

Cuatro semanas después del trasplante de los esquejes a los invernaderos de producción, se iniciaron las aplicaciones de las soluciones de micronutrientes. En las semanas 7^a y 11^a; la solución se reemplazó por un volumen equivalente de agua. Las unidades experimentales se establecieron en un área de 4,5 m² (Cuadro 1.).

Cuadro 1. Tratamientos de desinfección del suelo y aplicaciones semanales de las soluciones de micronutrientes en las variedades Scania y New Pink.

TRATAMIENTO	METHAM SODIO+VAPOR				DAZOMET+VAPOR			
	Bóra	CuSO ₄	MoNH ₄	MnSO ₄	Bórax	CuSO ₄	MoNH ₄	MnSO ₄
T1	10	10	10	10	10	10	10	10
T2	10	10	10	10	10	10	10	10
T3	50	25	10	10	50	25	10	10
T4	50	10	10	10	50	10	10	10
T5	10	25	10	10	10	25	10	10

T1: aplicación al suelo.

T2 a T5: aplicación foliar.

Soluciones preparadas en ppm.

Semanas 4^a a 10^a después del trasplante, aplicación de dos litros de solución.

Semanas 12^a a 15^a después del trasplante aplicación de tres litros de solución.

Las plantas de clavel durante su crecimiento en los invernaderos de producción estuvieron sometidas a las condiciones de luz, temperatura, riego, fertilización y control de plagas recomendadas para cultivo comercial.

Esta investigación se planeó bajo un diseño de parcelas sub-sub-divididas. En las parcelas principales se colocaron los tratamientos de desinfección del suelo, en las subparcelas las variedades y en las subsubparcelas los tratamientos con micronutrientes. Cada tratamiento se replicó tres veces.

Mediante el método de diluciones decimales con el medio cultivo selectivo para *F. oxysporum*, propuesto por Komada (1975), se evaluó la población del hongo en el suelo. Los muestreos se realizaron después de la desinfección del suelo y al finalizar el primer pico de cosecha.

Se realizaron muestreos semanales y, en ellos se evaluó el número de plantas con síntomas visibles de marchitamiento y la producción de flores, la cual se cuantificó como el número de flores producidas, en el primer pico de cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1, se compara la población de *F. oxysporum* en el suelo, durante el muestreo inicial realizado después de los tratamientos de desinfección y al final del ensayo. No se observó una tendencia definida en cuanto a la respuesta de las variedades, los tratamientos de desinfección al suelo

o por el efecto de la fertilización con micronutrientes; tampoco, se encontraron diferencias estadísticas al nivel del 5 % entre los tratamientos.

Para la mayoría de los tratamientos a lo largo del experimento la población del patógeno en el suelo se incrementó. Estos resultados coinciden con los reportados por Orozco *et al.* (1992), quienes ocho meses después de tratar el suelo con Dazomet-vapor y Formol-vapor, encontraron que el inóculo aumentó en más de cinco veces. Sin embargo, para el tratamiento T5, en el suelo, en el cual se sembró la variedad New Pink, se mantuvo constante la concentración del inóculo durante el ensayo.

En el suelo tratado con Dazomet-vapor y aplicación foliar de micronutrientes (T3), en el cual las concentraciones de boro y cobre fueron más altas, el incremento en la población del hongo en el suelo fue mayor; se sugiere, que en futuras investigaciones se compruebe el efecto que sobre el patógeno tienen estos micronutrientes en aplicación foliar y al suelo.

Los resultados obtenidos no coinciden con los de Baker (1988), quien afirma que un tratamiento efectivo para el control de la enfermedad vascular se basa en la aplicación de Metham sodio-vapor, pero si concuerdan con los de Arbeláez (1988), quien por efecto de los mismos tratamientos encontró resultados variables y poco satisfactorios.

Cuando el suelo fue tratado con Dazomet-vapor disminuyó la incidencia de la enfermedad, sin que se hallaran diferencias entre las respuestas de las

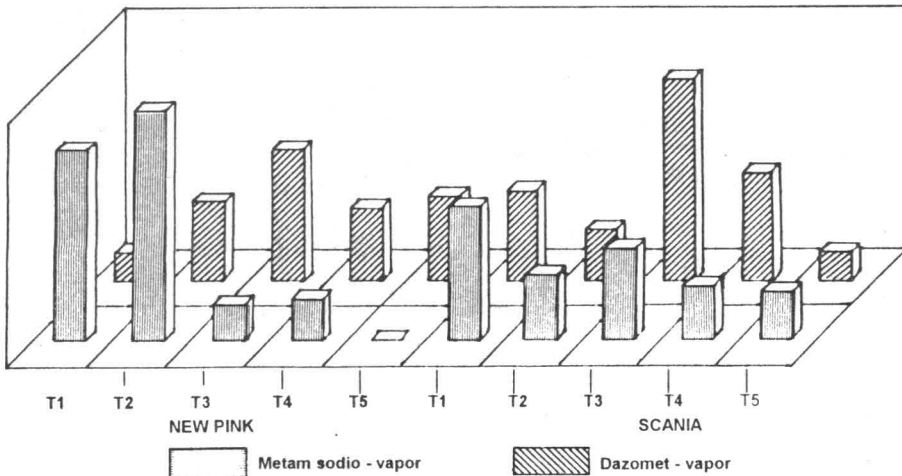


Figura 1. Población de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en el suelo

variedades. El menor número de plantas enfermas se registró en el tratamiento con Metham sodio-vapor y fertilización con micronutrientes (T5, 25 ppm de Cu y 10 ppm de B, Mo y Mn; figura 2). En el suelo desinfectado con Dazomet+vapor, la variedad Scania, con el mismo tratamiento de fertilización, presentó el mayor número de plantas enfermas.

En general, para las variedades evaluadas, los resultados obtenidos no permiten establecer diferencias significativas; tampoco, se encontró relación entre la producción de flores y las variables, incremento en la población del hongo en el suelo y en el número de plantas enfermas, excepto para la variedad Scania cuando se le hizo aplicación foliar de Borax (10 ppm), sulfato de cobre (25 ppm), molibdato de amonio (10 ppm) y sulfato de manganeso (10 ppm). Teniendo en cuenta estos resultados, se recomienda investigar la dinámica poblacional del patógeno en el suelo y evaluar, por separado, las respuestas a los tratamientos, con el fin de evitar el enmascaramiento de los resultados por efecto de las interacciones.

El número promedio de flores producidas por unidad experimental fue similar en todos los tratamientos. Sin embargo, la variedad Scania, sometida a cualquier tratamiento de fertilización, cuando el suelo se desinfectó con Metham sodio+vapor, produjo el menor número de flores (figura 3).

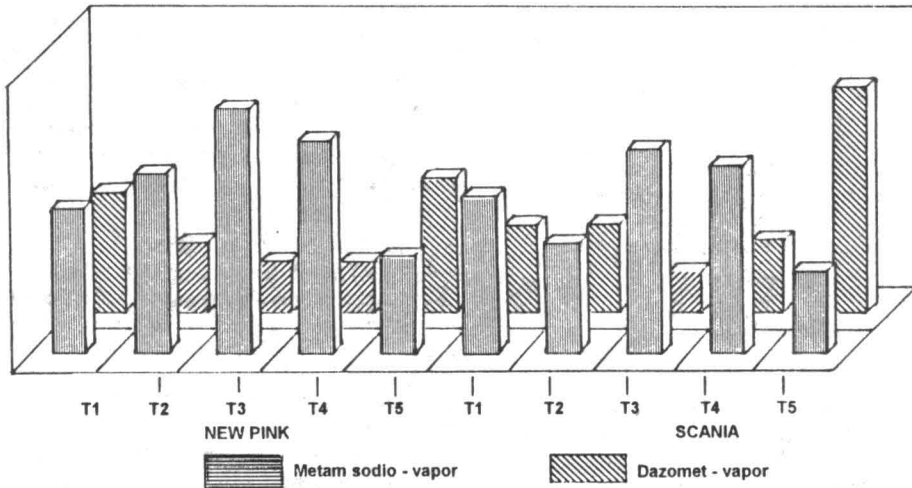


Figura 2. Número de plantas enfermas por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*

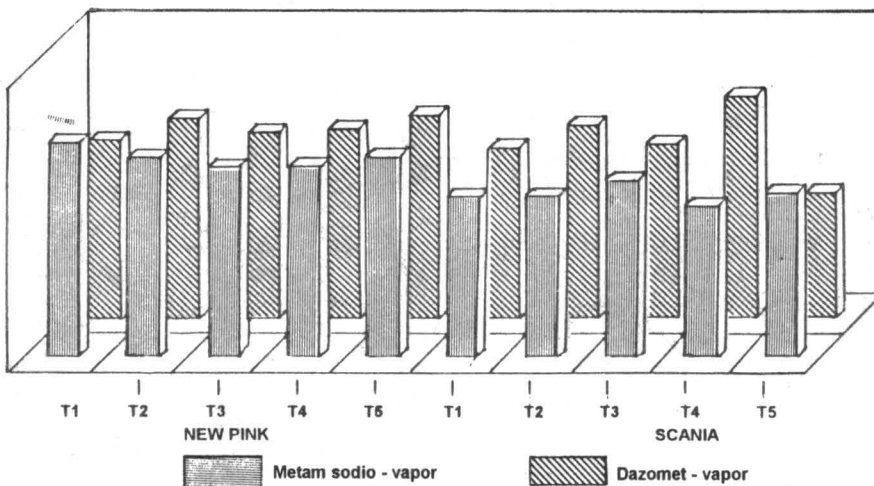


Figura 3. Producción de flores

LITERATURA CITADA

1. ARBELAEZ, G. Enfermedades vasculares del clavel en Colombia: aspectos históricos y situación actual. Primer Curso Internacional sobre enfermedades vasculares del clavel. ASOCOLFLORES. 8-11 Noviembre, Bogotá. 1988.
2. BAKER, R. Measures to control *Fusarium* and *Phialophora* wilt pathogens of carnation. Plant Disease 64: 743-749. 1980.
3. BAKER, R. Cost of eradication of vascular pathogens from soil and compensation of cost by induction of increased flowering. Primer Curso Internacional sobre enfermedades vasculares del clavel. ASOCOLFLORES. 8-11 Noviembre, Bogotá. 1988.
4. CASAS, E.; y H. ROSERO. Reconocimiento e identificación de *Phialophora cinerescens* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en el cultivo de clavel *Dianthus caryophyllus* L. en la Sabana de Bogotá. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 150 p. 1981.
5. GRAHAM, R. D. Effects of nutrient stress susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. Advances of Botanical Research 10: 222-227. 1983.
6. GUZMAN, S.; y J. E. LEON. 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. 96 p. 1985.
7. HUBER, D. M. The use of fertilizer and organic amendments in the control of plant disease. En: D. Pimentel (Ed). Handbook in Agriculture: Pest Management. CRC Press. Palm Beach, Florida. 1980.
8. JARVIS, W.; y H. J. THORPE. Effects of nitrate and ammonium on severity of *Fusarium* root and on yield of greenhouse tomatoes. Plant Disease 64: 309-310. 1980.
9. JONES, J. P.; A. W. ENGELHARD; y S. S. WOLTZ. Management of *Fusarium* wilt of vegetables and ornamentals by macro and microelement nutrition. p. 18-32. In: ENGELHARD, A. W. (ed.). Soilborne plant pathogens: managements of diseases with macro and microelements. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 1989.
10. KOMADA, H. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil. Rev. Plant Protect. Res. 8: 114-125. 1975.
11. LOPEZ, Y. F. Funciones e interacciones de los elementos menores en plantas y suelos. Memorias del Curso Internacional de Protección Vegetal Integrada. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 25 p. 1991.
12. OROZCO de AMEZQUITA, M.; E. GARCÉS DE GRANADA; y G. ARBELAEZ. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, potasio y pH en el desarrollo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, agente causal del marchitamiento vascular del clavel. Agronomía Colombiana, 10. 90-102. 1993.
13. RATTINK, H. New developments in research on *Fusarium* wilt in carnation: State of the art and prospects for the future. Primer Curso Internacional sobre enfermedades vasculares del clavel. ASOCOLFLORES. 8-11 Noviembre, Bogotá. 1988.
14. SMITH, V. H. Resource competition between host and pathogen. Bioscience 43 (1): 21-30. 1993.
15. STACK, R. W.; R. K. HORST; y R. W. LANGHAMS. Effects of nitrogen and potassium fertilization on infection florist's carnation by *Gibberella zeae*. Plant Disease 70: 29-31. 1986.