

EVALUACION DE *Streptomyces griseoviridis* (MYCOSTOP) EN EL CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*, EN DOS VARIEDADES DE CLAVEL ESTANDAR BAJO CONDICIONES COMERCIALES

Assessment of *streptomyces griseoviridis* (mycostop) as a biocontrol agent for *fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* in two cultivars of standard carnation under commercial conditions

LUIS MIGUEL ORTEGA¹, SUSANA GOMEZ¹ Y GERMAN ARBELAEZ²

RESUMEN

La investigación se realizó en un cultivo comercial de clavel localizado en el municipio de Madrid (Cundinamarca), con el objetivo de determinar la dosis y la frecuencia de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) en el control del marchitamiento vascular ocasionado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*. En el campo, se realizaron dos experimentos simultáneos, para probar diferentes dosis (0,025; 0,05 y 0,1 g/m²) y frecuencias (1, 2 y 4 semanas) de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* Mycostop en dos variedades de clavel estándar. El análisis estadístico consistió en utilizar algunos modelos epidemiológicos de predicción de la enfermedad, con el fin de observar su progreso en los diferentes tratamientos. Posteriormente, mediante un análisis de regresión lineal simple, se calculó la tasa de infección (k) y el coeficiente de determinación (R²), el cual indicó el modelo que más se ajustó a la realidad. Por medio de un análisis de varianza, se compararon las tasas de infección. Los resultados de los experimentos no fueron satisfactorios en el control de la enfermedad y no se encontraron diferencias significativas entre las dosis y las frecuencias de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) utilizadas. Un comportamiento epidemiológico estadísticamente homogéneo se observó en las curvas de predicción de la enfermedad por bloque. *Streptomyces griseoviridis* es muy dependiente de las condiciones de pH del medio de cultivo, pues, sólo se desarrolló

a partir de un pH de 6,4 y con un óptimo crecimiento, a 7,0. No se observó una relación entre el desarrollo del organismo y la conductividad eléctrica.

Palabras claves: marchitamiento vascular, actinomicetos, *Dianthus caryophyllus*.

SUMMARY

The research was carried out in a commercial farm, located in Madrid, Cundinamarca. The purpose of the study was to establish the rate and frequency of application of *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) in the control of vascular wilt of carnation caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*. Two experiments were conducted to compare three rates of application (0,025; 0,05 and 0,01 g/m²) and three intervals of application (1, 2 and 4 weeks) of Mycostop, in two standard carnation varieties. Disease progress data were analyzed by comparing their goodness of fit to Gompertz and Monomolecular epidemiological models. By using the simpler linear regression model, the rate of infection (k) and the coefficient of determination (R²) were calculated. Infection rates were subjected to analysis of variance. The results showed no satisfactory control of the disease. Rates and frequencies of application of *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) did not show appreciable differences. Epidemiologically, "k" values were highly homogeneous among the different Mycostop treatments. *Streptomyces griseoviridis* is highly dependent upon culture media pH, and it grows only at a pH of 6,4 or higher, with an optimal growth at a pH 7,0. No relation was detected between growth of the biocontrol organism and levels of electrical conductivity.

¹ Ingeniero Agrónomo.

² Profesor. Facultad de agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Apartado aéreo 14490, santafé de Bogotá.

Keywords.

vascular wilt, actinomycetes, *Dianthus caryophyllus*

INTRODUCCION.

Una de las alternativas para el control del marchitamiento vascular del clavel ocasionado por *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi* es el uso del control biológico (Garibaldi y Gullino, 1987).

Diversos organismos se han utilizado para dicho control, tales como *Trichoderma harzianum*, aislamientos no patogénicos de *Fusarium oxysporum*, aislamientos de baja patogenicidad de *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Arthrobacter sp.* y *Serratia liquefaciens* (Garibaldi y Gullino, 1987; Arbeláez, 1992).

Igualmente, para el control de la enfermedad en Europa, se han utilizado distintos actinomicetos, especialmente aquéllos que pertenecen a la especie *Streptomyces griseoviridis* (Lahdenperä, 1987).

De una selección de diversos actinomicetos realizada en Finlandia, el aislamiento K-61 de *Streptomyces griseoviridis* se destacó por su alta eficiencia en el control de *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi* en clavel; dicho aislamiento se ha formulado comercialmente bajo el nombre de Mycostop (Lahdenperä, 1987).

El control ejercido por *S. griseoviridis* sobre *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi* y sobre otros hongos del suelo se basa en una compleja interacción biológica. Una vez que el actinomiceto se introduce al suelo, el micelio inicia la secreción de metabolitos tóxicos al patógeno. Su modo de acción ha sido de carácter protector y no curativo, ya que no tiene la capacidad de penetrar en los tejidos de la planta (Mohamaddi y Lahdenperä, 1992).

Streptomyces griseoviridis, para el control de *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi* en clavel, se ha aplicado a los esquejes enraizados, al suelo o a diferentes sustratos de enraizamiento. Sin embargo, el organismo debe estar presente en la rizosfera de la planta antes que el patógeno, ya que no tiene la capacidad de penetrar dentro de ella (Mohamaddi y Lahdenperä, 1992).

En investigaciones recientes, realizadas por Lahdenperä *et al* (1991), el tratamiento más efectivo para el control de *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi* en clavel fue la combinación de la inmersión de las raíces de los esquejes antes de la siembra y aspersiones sucesivas de *S. griseoviridis* al suelo con una suspensión del producto comercial al 0,01%, durante uno a tres meses después de la siembra.

Lahdenperä (1991) ha observado en Finlandia, en donde la incidencia de la enfermedad es baja, un incremento en la producción de flores de 40%, en comparación con testigos comerciales no tratados.

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el comportamiento de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) en el control de *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi* en dos variedades de clavel estándar, determinar la dosis y la frecuencia de aplicación del producto y establecer el desarrollo *in vitro* de *Streptomyces griseoviridis* bajo diferentes condiciones de pH y de conductividad eléctrica.

MATERIALES Y METODOS.

En la empresa "Agrícola Benilda", localizada en el municipio de Madrid (Cundinamarca), se establecieron dos experimentos simultáneos para probar diferentes dosis y frecuencias de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop), en el control del marchitamiento vascular ocasionado por *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi* en dos variedades de clavel estándar, U. Conn, como variedad susceptible y Roma, como variedad resistente. El sitio donde se realizaron los dos experimentos presentaba una infestación relativamente alta del patógeno y había sido sembrado con clavel durante los seis años anteriores.

El producto Mycostop utilizado es un fungicida biológico que contiene esporas y micelio del actinomiceto *Streptomyces griseoviridis*, es formulado como polvo mojable y tiene una concentración de 10⁸ unidades formadoras de colonias por gramo.

El parámetro para evaluar en los dos experimentos fue la incidencia de la enfermedad, expresada en el número de plantas enfermas por tratamiento. El diseño estadístico utilizado fue Parcelas Divididas. El área sembrada con los dos experimentos fueron 3 naves, con ocho camas comerciales por nave, de 31,0 m de largo por 0,8 m de ancho, las cuales

se dividieron en 16 subparcelas o unidades experimentales. Cada subparcela tuvo un tamaño de 7,0 m de largo por 0,8 m de ancho y 192 esquejes de clavel.

Las aplicaciones, para ambos experimentos, se hicieron a partir de una solución madre de 5 gramos de Mycostop en 2 litros de agua, de la cual se obtuvieron las diluciones necesarias para las aplicaciones respectivas. Antes de la siembra, se hizo un tratamiento de inmersión a las raíces de los esquejes en una solución al 0,01% (5 gramos por 50 litros), con excepción de los esquejes que se sembrarían en las parcelas testigo.

Experimento 1. En este experimento, se probaron las diferentes frecuencias de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop), como se presenta en el Cuadro 1. Las parcelas principales fueron las variedades de clavel y las subparcelas fueron las frecuencias de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop). Al final de cada mes, todos los tratamientos sumaban la misma cantidad del producto aplicado (0,1 g/m²), excepto el testigo que no recibió aplicación alguna.

CUADRO 1.

Frecuencias y dosis de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) utilizadas en el experimento 1.

Tratamiento	Frecuencia	Dosis
0	Testigo	0,000 g/m ²
1	Cada semana	0,025 g/m ²
2	Cada 2 semanas	0,050 g/m ²
3	Cada 4 semanas	0,100 g/m ²

Experimento 2. En este experimento, se probaron las diferentes dosis de aplicación del producto, como se indica en el Cuadro 2. Las parcelas principales fueron la aplicación de vapor de agua al suelo (82° C. durante una hora) y la ausencia de dicha aplicación, las subparcelas fueron las variedades de clavel y las subsubparcelas fueron las diferentes dosis de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop).

CUADRO 2.

Dosis y frecuencias de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) utilizadas en el experimento 2.

Tratamiento	Frecuencia	Dosis de aplicación
0	Cada 2 semanas	0,00 g/m ²
1	Cada 2 semanas	0,025 g/m ²
2	Cada 2 semanas	0,050 g/m ²
3	Cada 2 semanas	0,100 g/m ²

En los experimentos 1 y 2, se utilizaron cuatro repeticiones. Las aplicaciones al suelo empezaron a los ocho días de haberse sembrado los esquejes y se utilizó una bomba de espalda accionada con palanca, Marca "Calimax", Colinagro. Con la ayuda de esta bomba, se realizaron las aspersiones al suelo durante los primeros cuatro meses. Un volumen de 2,5 litros de mezcla por parcela se usó e inmediatamente después de la aplicación de Mycostop, se aplicó un riego con agua. A partir del quinto mes, para facilitar su aplicación, se decidió continuar las aplicaciones con regaderas de 5 litros y se utilizó un volumen de 5 litros por parcela.

La evaluación del número de plantas enfermas comenzó a realizarse a partir de la décima semana después de la siembra y se hicieron observaciones en forma quincenal hasta la vigésima tercera semana después de la siembra.

Para el análisis estadístico, se tomaron los diferentes modelos matemáticos descritos por Van der Plank (1963) y Berger (1980), los cuales se resumen en las expresiones del Cuadro 3, (Hernández, 1987; Sierra *et al*, 1993; Marcus, 1991).

CUADRO 3.

Modelos de Predicción Utilizados en Epidemiología de Enfermedades de Plantas

MODELO	EXPRESION
Gompertz	$Ae^{-be^{-kt}}$
Monomolecular	$A(1-be^{-kt})$

* Fuente: Sierra y Montoya (1993)

Estos modelos, en su expresión original, no son lineales con respecto a la variable "t". En la estimación de los parámetros de interés "b" y "k", por el método de regresión no lineal, se asume $A < 6 = 1$, en donde A significa el máximo de infección que pueda ocurrir, expresado en forma decimal (Neher *et al*, 1992).

Las expresiones en forma lineal para describir la enfermedad se presentan en el Cuadro 4.

CUADRO 4.

Modelos Epidemiológicos Expresados en Forma Lineal.

MODELO	EXPRESIONES
Gompertz	$\ln[A/(\ln A - \ln Y)] = \ln(b) + kt$
Monomolecular	$\ln[A/(A-Y)] = \ln(b) + kt$

* Fuente: Sierra y Montoya (1993).

Para observar cuál de los modelos matemáticos se ajustaba más a las curvas epidemiológicas, se cuantificó la enfermedad en el tiempo y se expresó en forma acumulada para observar su progreso en gráficas. Luego, se calcularon los

valores "Monit Y", y "Gompit Y" y, posteriormente, por análisis de regresión lineal simple, se calculó la tasa de infección (k) y el coeficiente de determinación (R²), con lo cual se indicó el modelo que más se ajustó a la realidad. Por último, se compararon las tasas de infección por medio de un análisis de varianza, con el fin de establecer los efectos sugeridos por las variables de los experimentos 1 y 2.

Experimento 3. En este experimento, se probaron diferentes valores de pH *in vitro*, con el fin de cuantificar y cualificar el desarrollo del organismo en el medio de cultivo específico para el género *Streptomyces*, el cual se compone de glucosa (1,0 g), sulfato de magnesio heptahidratado (0,05 g), cloruro de sodio (0,05 g), sulfato ferroso heptahidratado (0,001 g), fosfato ácido de potasio (0,1 g) y agar (1,2 g), cantidades necesarias para preparar 100 ml (Locci, 1984). Se tomaron cinco valores de pH (4; 5; 6; 7 y 8) y un blanco o testigo. Para las pruebas, se preparó una dilución de *S. griseoviridis* con 10⁸ ufc/g (unidades formadoras de colonias por gramo). Con la dilución de 10⁸ ufc/g se realizó la siembra en el medio de cultivo con tres repeticiones por punto y las lecturas de desarrollo de las esporas se realizaron a las 72, 96 y 144 horas.

Experimento 4. En este experimento, se probaron diferentes niveles de conductividad eléctrica *in vitro*, con el fin de observar el desarrollo de *Streptomyces griseoviridis* en el medio de cultivo. Seis niveles de conductividad eléctrica (15; 20; 25; 30; 40 y 50 milimohos/cm²) y dos testigos: un blanco agar-agua (1,8 milimohos/cm²) y un medio normal (10 milimohos/cm²) se utilizaron con una dilución de *S. griseoviridis* a 10⁸ ufc/g; la siembra se hizo en el medio de cultivo con tres repeticiones por punto y las lecturas de desarrollo de las esporas se efectuaron a las 48; 72 y 96 horas.

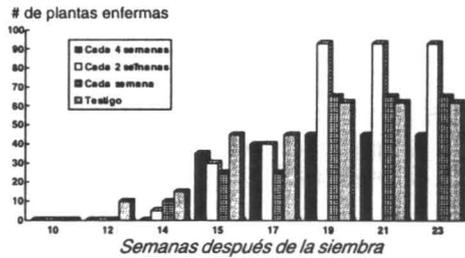
RESULTADOS Y DISCUSION

Para el análisis final, los experimentos se fraccionaron en unidades experimentales homogéneas, con el fin de observar diferencias entre los tratamientos específicos (frecuencias y dosis de aplicación), localizados en las subparcelas y subsubparcelas de los experimentos 1 y 2.

El modelo matemático epidemiológico, que mas se ajustó al comportamiento de la enfermedad manejada por los distintos niveles de los tratamientos, fue el de Gompertz.

Efecto de la Frecuencia de Aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) en el Control de *Fusarium oxysporum f. sp. dianthi*.

El comportamiento de la enfermedad no se alteró por la frecuencia de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop), como se observa en las Figuras 1 y 2. El incremento no homogéneo de plantas enfermas entre las variedades de clavel se debió, más al comportamiento genético de resistencia o de susceptibilidad de las mismas variedades utilizadas, que al efecto de *Streptomyces griseoviridis*. En la variedad resistente Roma, se encontró que el mayor incremento de la enfermedad fue de 4,75 %, localizado en el tratamiento con frecuencia de dos semanas. Sin embargo, los incrementos explosivos de la enfermedad, aunque pequeños, coincidieron con la presencia de parches en aquellas parcelas donde el número de plantas enfermas fue mayor. Para la variedad susceptible U.Conn, no se observó una diferencia sustancial en el porcentaje de plantas enfermas entre los tratamientos. Sin embargo, al final del ensayo, en la semana 23, el tratamiento que mejor se comportó fue el de una aplicación del producto cada dos semanas, el cual resultó con un 15% de incidencia por debajo del testigo y con un incremento mucho más alto en el porcentaje de plantas enfermas, el cual llegó a un 60%, en comparación con la variedad Roma.



Variedad resistente

Figura 1. Incidencias de la enfermedad en la variedad Roma, con diferentes frecuencias de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop)



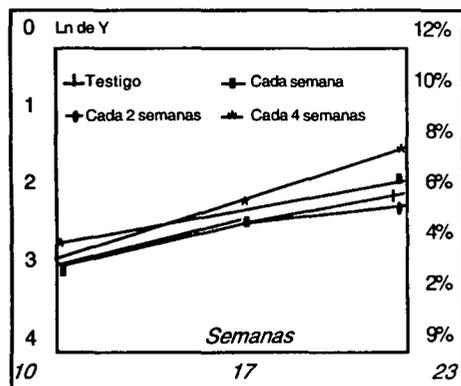
Variedad susceptible

Figura 2. Incidencias de la enfermedad en la variedad U. Conn, con diferentes frecuencias de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop)

Al realizar el estudio epidemiológico dentro de cada bloque, por medio del análisis de varianza, se compararon las tasas de crecimiento y el intercepto de cada tratamiento. Los resultados obtenidos en este análisis no fueron significativos, es decir, no se encontró ninguna diferencia entre las distintas frecuencias de aplicación de *S. griseoviridis*. Inclusive, se encontró que todas las curvas tenían una tasa de crecimiento homogénea entre los intervalos de crecimiento.

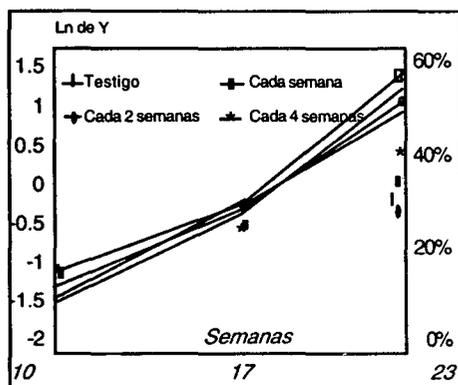
Las curvas correspondientes a cada tratamiento se encuentran muy cercanas unas a otras, visualizando los parámetros de intercepto y pendiente estadísticamente homogéneos entre si, como se observa en las Figuras 3 y 4. Además, comparando las dos figuras, se puede apreciar la existencia de una diferencia marcada

en la tasa de crecimiento de la enfermedad entre las variedades de clavel, ya que la variedad U.Conn presenta una media en la tasa de crecimiento de 0,1865, casi dos veces más alta que la variedad Roma, con una media de 0,1130 y unos límites de la covarianza entre 17,95 y 152,04%. Estos resultados confirman a la variedad Roma con una alta resistencia y a la variedad U.Conn como bastante susceptible a la enfermedad.



Variedad resistente

Figura 3. Predicción de la enfermedad en la variedad Roma, bajo el modelo de Gompertz.



Variedad susceptible

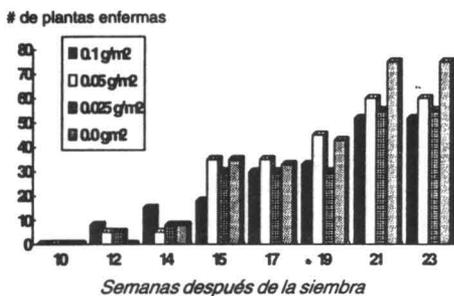
Figura 4. Predicción de la enfermedad en la variedad U. Conn, bajo el modelo de Gompertz.

Efecto de la Dosis de Aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) en el Control de *Fusarium oxysporum f. sp. dianthi*.

Este experimento se subdividió en cuatro bloques correspondientes a las diferentes dosis de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop), acompañadas de la aplicación previa de vapor de agua al suelo en dos de los bloques, con sus correspondientes variedades de clavel en cada uno.

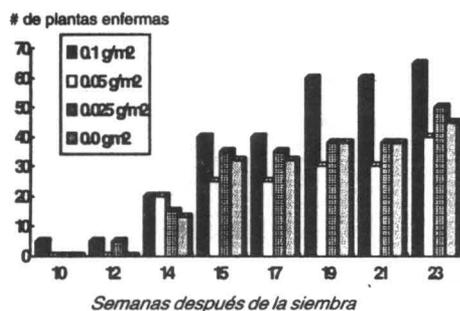
Durante el desarrollo del experimento, en la variedad Roma, sin la aplicación previa de vapor de agua (Figura 5), se encontraron pequeñas diferencias con respecto al número de plantas enfermas acumuladas en el tiempo entre el testigo y las demás dosis de aplicación, pero el testigo siempre presentó el mayor número de plantas enfermas. Sin embargo, si se observa la Figura 6, se encuentra un efecto totalmente opuesto al anterior. Es decir, se encontró una mayor incidencia de la enfermedad dentro de las parcelas correspondientes a la dosis mas alta, y una diferencia muy pequeña entre el testigo y los demás tratamientos. Comparando las figuras 5 y 6, se puede apreciar que el efecto de la aplicación de vapor de agua al suelo antes de la siembra, en la variedad resistente no fue significativo. En el bloque con aplicación de vapor de agua al suelo, se encontró una disminución del 1% o menos en la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, la aplicación de vapor de agua al suelo antes de la siembra tuvo un efecto positivo en el desarrollo de las plantas, debido, posiblemente, a la mejor preparación que el suelo tuvo para la aplicación de este tratamiento y no al efecto de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop).

En cuanto a la variedad U.Conn, el comportamiento observado fue el característico de una variedad susceptible, pues se encontró un aumento acelerado en el porcentaje acumulado



Varietad resistente

Figura 5. Dosis de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* en parcelas sin tratamiento con vapor de agua con la variedad Roma.



Varietad resistente

Figura 6. Dosis de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* en parcelas tratadas con vapor de agua con la variedad Roma.

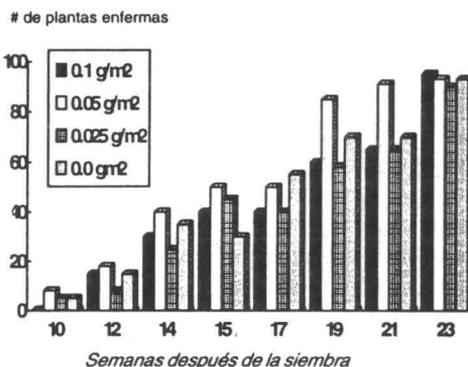
de plantas enfermas. Observando las Figuras 7 y 8, se puede apreciar que no existieron diferencias marcadas entre los tratamientos por la semana de muestreo y, tampoco, entre los totales de plantas afectadas por las dosis de aplicación. Comparando entre si las dos figuras, se observa una clara diferencia en el porcentaje final de plantas enfermas, el cual alcanzó hasta un 100% en las parcelas donde no se aplicó vapor de agua al suelo antes de la siembra y de un 60% donde se realizó el tratamiento con vapor de agua y no se observó un efecto positivo de *S. griseoviridis* en el control de la enfermedad, en las parcelas no tratadas previamente, confirmando la acción eminentemente protectora

del actinomiceto. Este efecto protector de *S. griseoviridis* se comprobó mediante pruebas de antagonismo *in vitro* con dos aislamientos colombianos de las razas 2 y 4 de *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi*, donde se encontró una acción antibiótica marcada de *S. griseoviridis* sobre los dos aislamientos del patógeno. Sin embargo, se observó que esta acción antibiótica *in vitro* no fue suficiente, ya que las colonias de *Streptomyces griseoviridis* fueron colonizadas por el patógeno.



Varietad susceptible

Figura 7. Dosis de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* en parcelas sin vapor de agua con la variedad U. Conn.



Varietad susceptible

Figura 8. Dosis de aplicación de *Streptomyces griseoviridis* en parcelas tratadas con vapor de agua con la variedad U. Conn.

También, se encontraron diferencias en el desarrollo de las plantas de clavel cuando se aplicó vapor de agua al suelo antes de la siembra

y su efecto fue, aún, mucho mayor en la variedad U.Conn que en la variedad (Figuras 9 y 10).

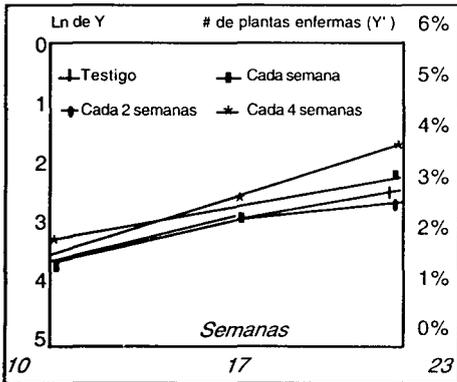


Figura 9. Variedad U. Conn. con tratamiento de vapor al suelo y un desarrollo de 5 meses.



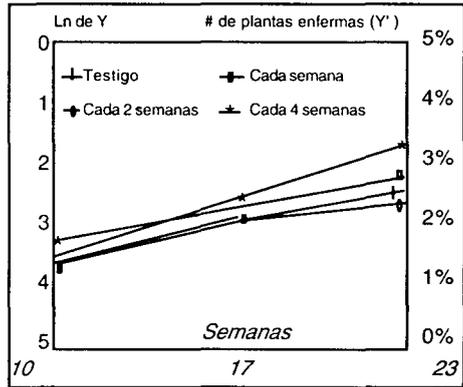
Figura 10. Variedad U. Conn. sin tratamiento de vapor al suelo y un desarrollo de 5 meses.

El estudio epidemiológico realizado, demostró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos hechos a cada bloque experimental. Tampoco, se encontraron diferencias significativas con respecto al tratamiento de vapor de agua efectuado al suelo antes de la siembra, entre los bloques correspondientes a la variedad Roma, donde se obtuvo un promedio de la tasa de crecimiento de la enfermedad de 0,12625 en el bloque en donde se aplicó vapor, muy poco diferente al promedio de 0,14625 del bloque en donde no se aplicó y se encontró una covarianza entre el 15,99 y el 17,94 %. Esto quiere decir que el comportamiento de la enfermedad no se alteró por la aplicación de vapor de agua al suelo y más bien se debió a la resistencia genética de la variedad Roma. En las Figuras 11 y 12, se puede apreciar que el bloque donde no se realizó la aplicación del vapor de agua al suelo tuvo un ligero incremento del 1% en plantas afectadas, con respecto al bloque en donde no se aplicó vapor de agua, pero este incremento no fue significativo.



Variedad resistente

Figura 11. Predicción de la enfermedad en la variedad Roma sin la aplicación de vapor de agua.



Variedad resistente

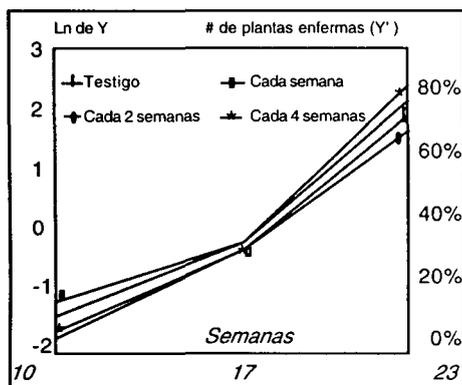
Figura 12. Predicción de la enfermedad en la variedad Roma con la aplicación de vapor de agua.

La aplicación del vapor de agua al suelo fue más efectiva en la variedad susceptible U.Conn, ya que la media de la tasa de crecimiento de la enfermedad en el bloque aplicado fue de 0,18285 y la del bloque no aplicado fue de 0,291923 y la covarianza se encontró entre el 48,24 y el 481,87%.

Una diferencia del 20 % de plantas enfermas entre el bloque con aplicación de vapor de agua al suelo y el bloque en donde no se aplicó, muestra una mayor eficiencia del tratamiento en la variedad susceptible, que en la variedad resistente, como se observa en las figuras 13 y 14.

Al comparar las Figuras 11, 12, 13 y 14, se observan claramente las diferencias en las tasas de crecimiento de la enfermedad entre las variedades utilizadas, las cuales fueron dos

veces mayor en el bloque donde no se aplicó vapor de agua con la variedad U.Conn, con respecto a los bloques con la variedad Roma, mientras que, en el bloque con vapor de agua y la variedad U.Conn, la tasa de crecimiento fue una y media veces menor. Sin embargo, la diferencia en el porcentaje de plantas enfermas de la variedad U.Conn en la semana 23 fué muy alta, siendo alrededor del 75 % en el bloque en donde no se aplicó vapor de agua y del 55 % en el bloque de tratamiento con vapor de agua.



Variedad resistente

Figura 13. Predicción de la enfermedad en la variedad U. Conn sin aplicación de vapor de agua.

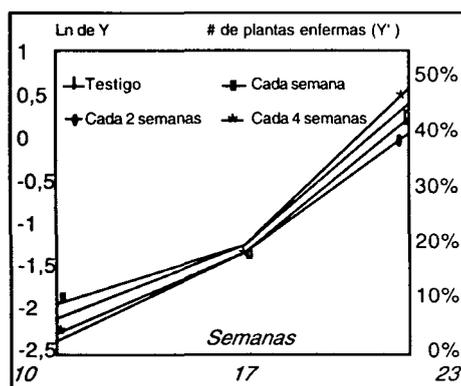


Figura 14. Predicción de la enfermedad en la variedad U. Conn con aplicación de vapor de agua.

Efecto del pH en el desarrollo de *Streptomyces griseoviridis*.

Este experimento se realizó a raíz de los efectos poco positivos en el control de la enfermedad que se presentaron con la aplicación de *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) en los dos experimentos de campo. Si bien, de acuerdo con la literatura, los medios ecológicos del patógeno y del antagonista eran relativamente similares, no se podía asegurar, con certeza, si el antagonista se había establecido en el suelo. Entonces, fue necesario determinar una de las características más importantes de la sobrevivencia de los microorganismos en el suelo, como lo es el pH. Se establecieron intervalos de pH desde 4 hasta 8, debido a que, según la literatura, el género *Streptomyces* se comporta bien dentro de esos límites e incluso por fuera de éstos.

En la Figura 15, se puede apreciar como *Streptomyces griseoviridis*, sólo, pudo desarrollarse en valores de pH por encima del pH del medio básico específico para su cultivo, es decir, entre 6,4 y 8,0, y este último fué el límite máximo dispuesto en el experimento. Sin embargo, se encontró un ligero desarrollo del organismo a un pH de 6,0, el cual no se mantuvo en el tiempo; por encima de 6,4, se encontró un incremento en el número de unidades formadoras de colonias en el tiempo. Este resultado fue inesperado, pero concluyente para entender los resultados obtenidos en los experimentos 1 y 2, en donde el pH del suelo en las cuatro muestras de suelos tomadas en donde se realizaron los experimentos, dieron valores de pH menores de 6,0.

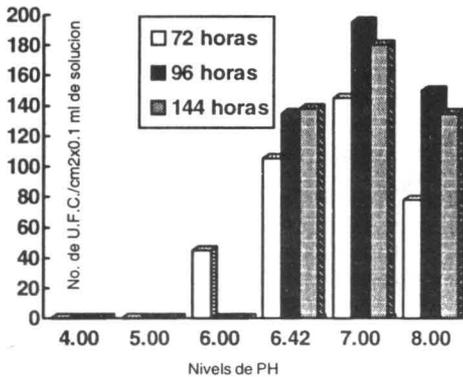


Figura 15. Efecto del pH en el desarrollo de las esporas de *Streptomyces griseoviridis*.

Efecto de la conductividad eléctrica en el desarrollo de *Streptomyces griseoviridis*.

De acuerdo con la revisión de literatura sobre el género *Streptomyces*, se encontró, que la sobrevivencia de la bacteria depende de los potenciales osmóticos del suelo. Este potencial se asoció con la presencia de sales solubles en el suelo. Por lo tanto, la hipótesis planteada consistió en que a mayor conductividad eléctrica, el desarrollo de *Streptomyces griseoviridis* sería menor.

Al realizar un experimento *in vitro*, la diferencia de potencial entre los medios basales y los resultados obtenidos en los análisis de suelos fue muy grande. Para el ensayo, se cambió la conductividad eléctrica de 10 micromohos/cm²x100, añadiendo sulfato de magnesio y, posteriormente, se estabilizó el pH a 7,0, ya que, al adicionar la sal, el pH descende y cambia el efecto que se deseaba observar.

Como se aprecia en la Figura 16, no se aprecia ningún efecto sobresaliente en la población del organismo con respecto a la variación de la

conductividad eléctrica, aunque las diferencias observadas se debieron a la variación en la población del organismo en la suspensión, al momento de la siembra.

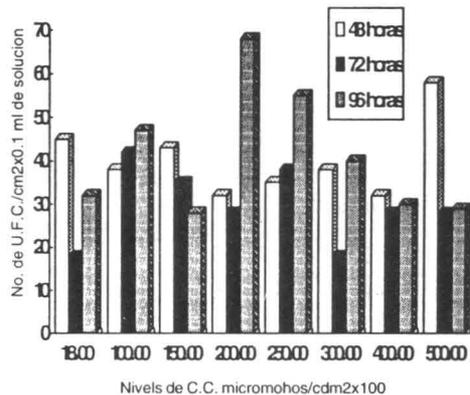


Figura 16. Efecto de la Conductividad Eléctrica en el desarrollo de las esporas de *Streptomyces griseoviridis*.

LITERATURA CITADA

1. Arbeláez, G. 1992. Avances en el manejo del marchitamiento vascular del clavel ocasionado por *Fusarium oxysporum f. sp. dianthi*. Agronomía Colombiana 9: 188-191.
2. Berger, R.D. 1980. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. Annual Review of Phytopathology 15: 365-383.
3. Garibaldi, A. y Gullino, M. L. 1987. Fusarium Wilt of Carnation: present situation, problems and perspectives. Acta Horticulturae 216: 45-54.
4. Hernández, T. T. 1987. Epidemiología cuantitativa y su aplicación al análisis de algunas enfermedades de cultivos tropicales. IICA. Lima.

5. Lahdenperä, M. L. 1987. The control of Fusarium wilt on carnation with a *Streptomyces* preparation. Acta Horticulturae 216: 85-92.
6. Lahdenperä, M. L., Simon, E. y Uoti, J. 1991. Mycostop - A novel biofungicide based on *Streptomyces* bacteria. p. 258-263. Proceedings of the First Conference of the European Foundation for Plant Pathology. Elsevier Publ. Co. Amsterdam.
7. Lahdenperä, M. L. 1991. *Streptomyces* - A new tool for controlling plant diseases. Agro-Industry Hi-Tech 6: 25-27.
8. Locci, R. 1984. Streptomycetes and Related Genera. Bergey's manual of systematic bacteriology. Section 29. p. 2451-2464 Eds/ Noel R. Krieg, John G. Holt - Baltimore.
9. Marcus, R. 1991. Deterministic and stochastic logistic models for describing increase of plant diseases. Crop Protection 10: 155-159.
10. Mohammadi, O. 1991. Mycostop Biofungicide - Present Status. Tj nato asi Series. amos H. (Ed.) Biological Control of Plant Diseases: Progress and Challenges for the Future.
11. Mohammadi, O. y Lahdenperä, M. L. 1992. Mycostop biofungicide in practice. p. 1-7. Modern Fungicides and Antifungal Compounds. 10th International Symposium May 3-8, 1992. Castle of Reinhardsbrunn, Thuringia, Germany.
12. Neher, D. A. y Campbell, C. L. 1992. Underestimation of diseases progress rates with the logistic, monomolecular and Gompertz models when maximum disease intensity is less than 100 percent. Phytopathology 82: 811-814.
13. Sierra, C. A. y Montoya, E. C. 1993. Desarrollo matemático e implantación del modelo de simulación de la ñoya del cafeto en Colombia. Cenicafé (Colombia) 44(2): 56-67.
14. Van der Plank, J. E. 1963. Plant diseases: epidemics and control. Academic Press. New York.