

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA EL CONTROL DE *Erwinia herbicola* pv *gypsophilae* EN BANCOS DE PLANTAS MADRES DE *Gypsophila paniculata*.

CAROLINA MARTINEZ MONCAYO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO - COLOMBIA
2004**

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA EL CONTROL DE *Erwinia herbicola* pv *gypsophilae* EN BANCOS DE PLANTAS MADRES DE *Gypsophila paniculata*.

CAROLINA MARTINEZ MONCAYO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presidente de Tesis
JAVIER GARCIA ALZATE, I.A., M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO- COLOMBIA
2004**

“las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

“Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanada del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.”

Nota de aceptación:

JAVIER GARCIA ALZATE. I.A. M.Sc
Presidente

CLAUDIA SALAZAR GONZALEZ. I.A. M.Sc.
Jurado

CARLOS BETANCOURT GARCIA. I.A. M.Sc.
Jurado

LUIS A. OBANDO ENRIQUEZ. I.A. M.Sc.
Jurado

San Juan de Pasto, septiembre de 2004

DEDICO A:

Mis Padre, por su confianza, sacrificio y total apoyo.

*Mi Mamá: Mi Hada, La que lucha conmigo día y noche desde
Su transparente e infinito Amor; Fortaleza de mi Alma,
Mi ejemplo de Mujer.*

*MI Papá: Mi ángel guardián, por su profundo Amor;
por que me regresa al camino, cuando mis pasos fallan.
Mi guía de rectitud y enseñanza de Vida.*

*Mi Hermanito: mi compañero, mi cómplice.
Mi pequeño gran amigo: desde tu juguetón cariño y lindos consejos,
solo recuerda las cosas bonitas de la Vida.*

*Mi Abuelita Miche: Mi guía espiritual.
Por brindarme su inagotable Amor, Su Palabra cariñosa y
admirable corazón.*

*Felipe: Mi pedacito de cielo. Por llegar a mi Vida, y llenarla de mágicos momentos.
Por conocer mis miedos y hacerlos pequeños.
Gracias por estar cerca y compartir mi sonrisa.*

*Mi Tía Martha por su Amor y Sacrificio.
Por escucharme y cuidar mis sueños; Que Dios te Bendiga.*

*Rosita, por quererme tanto; Por darme en cada sonrisa,
en cada lágrima y en cada detalle su corazón entero.*

CAROLINA MARTÍNEZ MONCAYO

AGRADECIMIENTOS

- ? Javier García Alzate. I.A. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.
- ? Claudia Salazar González I.A. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.
- ? Carlos Betancourth García. I.A. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.
- ? Luis A. Obando Enríquez. I.A. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño
- ? José Ernesto Benavides Jurado. I.A. M.Sc. Gerente Técnico C.I. Falcon Faros.
- ? Alvaro Córdoba Bravo. I.A. M.Sc. Gerente Finca Torremolinos, C.I. Falcon Faros.
- ? Departamento técnico Falcon Farms de Colombia S.A.
- ? Doctor Germán Arbeláez Torres. Profesor titular facultad de Ingeniería Agronómica Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- ? Jairo Muñoz Hoyos. I.A. M. Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.
- ? Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.
- ? Daniel Marino Rodríguez Rodríguez. I.A. M.Sc. Coordinador Seccional Instituto Colombiano Agropecuario I.C.A.
- ? Daniel Mauricio Rodríguez. I.A. M. Sc. Coordinador Seccional ICA.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. MARCO TEORICO	19
1.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE GYPSOPHILA	19
1.1.1 Clasificación.	19
1.1.2 Origen.	19
1.1.3. Morfología.	19
1.1.4 Fisiología.	20
1.1.5 Cultivo.	20
1.2 ESPECIES Y VARIETADES DE IMPORTANCIA COMERCIAL	27
1.3 ENFERMEDADES BACTERIALES	30
1.3.1 Bacteriosis causada por <i>Erwinia herbicola</i> pv <i>Gypsophilae</i>	31
1.3.2 Clasificación taxonómica de <i>Erwinia herbicola</i> pv. <i>Gypsophilae</i> .	32
1.3.3 Características de <i>Erwinia herbicola</i> pv <i>Gypsophilae</i>	33
1.3.4. Síntomas y signos de la enfermedad.	35
1.3.5 Aislamiento de <i>Erwinia herbicola</i> pv <i>Gypsophilae</i> .	36
1.3.6 Inoculación para la infección por <i>Erwinia herbicola</i> pv <i>Gypsophilae</i>	36
1.4 ASPECTOS GENERALES DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE BACTERIAS EN PLANTAS	37
1.4.1. Antibióticos.	37
1.4.2. Productos derivados del cobre.	40

2. MATERIALES Y METODOS.	41
2.1 LOCALIZACION.	41
2.2 MATERIAL VEGETAL	41
2.3. AREA EXPERIMENTAL.	42
2.4 UNIDAD EXPERIMENTAL.	42
2.5 MANEJO AGRONOMICO PARA LA INVESTIGACION	42
2.5.1 Desinfestación del sustrato	42
2.5.2 Desarrollo de la investigación.	43
2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	45
2.6.1 Tratamientos.	45
2.6.2. Variables a evaluar.	45
2.6.3. Recolección de la información.	45
3. RESULTADOS Y DISCUSION	47
3.1 DIAS A APARICIÓN DE SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD	55
3.2 INCIDENCIA DE LA BACTERIA.	58
4. CONCLUSIONES	63
5. RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFIA	65
ANEXOS	70

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema de siembra en <i>Gypsophila paniculata</i>.	22
Figura 2. Síntomas de fitotoxicidad inicial causados por Oxitetraciclina en inmersión al 10% (Tratamiento 9) en esquejes de <i>Gypsophila paniculata</i>.	47
Figura 3. Síntomas de fitotoxicidad causados por tratamiento 13 (Oxitetraciclina 5% y oxicloruro de cobre al 5%) en esquejes de <i>Gypsophila paniculata</i>.	48
Figura 4. Muerte de la planta a causa de una fitotoxicidad irreversible producida por Oxitetraciclina al 10% (Tratamiento 2).	48
Figura 5. Fitotoxicidad causada por el oxicloruro de cobre en esquejes de <i>Gypsophila paniculata</i>.	52
Figura 6. Desarrollo normal de los esquejes cuyos tratamientos no produjeron fitotoxicidad.	54

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Fórmula de fertirriego aplicada en plantas madre.	42
Tabla 2. Descripción de los tratamientos utilizados para el control de <i>Erwinia herbicola</i> en esquejes provenientes de plantas madre.	46
Tabla 3. Sintomatología de la fitotoxicidad presentada en <i>Gypsophila paniculata</i> debida a los tratamientos, durante la permanencia en bancos de enraizamiento.	51
Tabla 4. Promedio de días a aparición de los primeros síntomas en <i>Gypsophila paniculata</i> después de la aplicación de los tratamientos.	55
Tabla 5. Porcentaje de incidencia de <i>Erwinia herbicola</i> en el tiempo después de la inoculación en plantas de <i>Gypsophila paniculata</i>.	59

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Mapa de campo en bancos de enraizamiento	70
Anexo B. Mapa de campo en bancos de plantas madre.	71
Anexo C. Análisis de variancia correspondiente a la variable de días a aparición de síntomas de la bacteria, después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.	72
Anexo D. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria en las semanas 8, 9 y 10, después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.	73
Anexo E. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria a las 11 semanas después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.	74
Anexo F. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria a las 12 semanas después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.	75
Anexo G. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria a las 13 semanas después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.	76
Anexo H. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria a las 14 semanas después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.	77

RESUMEN

En el departamento de Cundinamarca, en la vereda Palmira, perteneciente al municipio de Suesca, se evaluó la efectividad de cuatro productos químicos para el control de la bacteria *Erwinia herbicola pv gypsophilae* en cultivos de *Gypsophila paniculata* para exportación. La investigación se realizó bajo invernadero en plantas proveedoras de esquejes para multiplicación. Por, tanto se analizó la efectividad de los productos: Estreptomicina, oxitetraciclina, oxiclورو de cobre y formol; Para ello estos se probaron en plantas madres previamente inoculadas con la bacteria.

Seguidamente, los esquejes fueron sembrados en vasos plásticos y durante su permanencia en bancos de enraizamiento, se presentó una fitotoxicidad irreversible en las plántulas cuyos tratamientos contenían oxitetraciclina, inmersión en oxiclورو de cobre, combinación de estreptomicina con oxiclورو de cobre y las de desinfección de herramientas con formol al 10%.

Una vez transplantadas a bancos de plantas madre, aquellos esquejes que no presentaron fitotoxicidad, se monitorearon semanalmente. Se observó que ninguno de los tratamientos redujo la incidencia de la bacteria al compararlos con los testigos. De la misma forma, el análisis de varianza no mostró diferencias entre tratamientos, donde el testigo sin inoculación de la bacteria y sin control químico presentó los niveles más bajos de incidencia de la bacteria, seguido del testigo con inoculación de la bacteria y sin control de la enfermedad, igualmente la variable días a aparición de síntomas. Finalmente, con relación a los días de aparición de síntomas se encontró que es muy variable la expresión de estos en plantas de *Gypsophila paniculata*, aún bajo inoculación de la bacteria.

ABSTRACT

In the Cundinamarca department, in the sidewalk Palmira, belonging to the municipality of Suesca, the effectiveness of four chemical products was evaluated for the control of the bacteria *Erwinia herbicola pv gypsophilae* in crops of *Gypsophila paniculata* for export. The investigation was carried out low greenhouse conditions in supplying plants of sprouts for multiplication. Therefore the effectiveness of the products was analyzed: Streptomycin, oxitetracycline, copper oxichlorure and formol; For it, they were proven in plants mothers previously inoculated with the bacteria

Subsequently, the sprouts was sowed in plastic glasses and during their permanency in root banks, an irreversible fitotoxicidad was presented in the small plants whose treatments contained oxitetracycline, immersion in copper oxichlorure, streptomycin combination with copper oxiclورو and those to disinfection of tools with formol to 10%.

Once trasplanted to mother plant's banks, those sprouts that didn't present phitotoxicity, it was watched weekly. It was observed that none of the treatments reduced the incidence from the bacteria when comparing them with the control. In the same way the variance analysis didn't showed differences among treatments, where the control without inoculation of the bacteria and without chemical control it presented the lowest levels in incidence of the bacteria, followed by the control with inoculation of the bacteria and without control of the disease, equally the variable days to appearance of symptoms, Finally, with relationship to the days of appearance of symptoms was found that it is very variable the expression of these in plants of *Gypsophila paniculata*, even low inoculation of the bacteria.

INTRODUCCIÓN

El sector floricultor en Colombia es el principal generador de divisas dentro de las exportaciones no tradicionales, este ocupa el segundo lugar en exportación mundial de flores y aporta el 14% en el mercado después de Holanda que cuenta con una participación del 56%. La actividad florícola en Colombia, genera más de 150.000 empleos directos e indirectos, haciendo un aporte socioeconómico notable y muy significativo en el sector financiero de nuestro país. Por esta razón, es importante mantener los cultivos en un rango estable de producción, manejando los problemas fitosanitarios de las plantas de una manera racional para su producción¹.

Arango, afirma que:

Una de las flores de gran importancia es la ***Gypsophila paniculata***, que es una planta de flores pequeñas, su tamaño puede variar según la especie y pueden medir desde 5 á 13 mm. Entre las especies comerciales en Colombia se encuentran las variedades Perfecta, Millon Start, Raham, Flamingo, Arbel, Tavor, entre otras. Para muchos de los exportadores, merece especial importancia la variedad Perfecta, cuyas flores miden de 10 a 13 mm².

Danziger manifiesta que:

En Colombia se encuentra establecida en 300 Ha ***Gypsophila paniculata*** en los departamentos de Antioquia, Cauca y el Altiplano Cundiboyacence. En el Ecuador se cultiva una extensión aproximada de 350 ha, en Holanda, están establecidas alrededor de 100 hectáreas, divididas en invernaderos y campos abiertos, Italia posee 70 Ha cultivadas de esta especie de flor³.

¹ COLOMBIAN FLOWERS [En línea]. abril 2004 [citado oct, 2002]. Disponible en Internet:<URLhttp://www.colombianflowers.com/info/info>.

² ARANGO, H. *Gypsophila*. Cultivo de plantas ornamentales. Universidad Nacional de Colombia, Medellín : 2002, 61 p.

³ DANZIGER (Dan flower farm). *Gypsophila*: cultivation practices in Israel. Moshav Mishmar hasiva, Israel. 1998, p. 27 - 28

Falcon Farms argumenta que:

Como en todas las especies vegetales, las ornamentales, no son la excepción y se ven afectadas por problemas fitosanitarios, que merman su rendimiento y aumentan los costos de producción, disminuyendo así las utilidades. Es esa la razón por la cual, los cultivos de ***Gypsophila paniculata*** se ven limitados por el ataque bacterias, hongos, nematodos, virus e insectos⁴.

Igualmente Falcon Farms, manifiesta que:

Dentro de ellos, las bacterias y específicamente ***Erwinia herbicola***, se ha convertido en un factor fitosanitario limitante para la producción y exportación de esta especie. ***Erwinia herbicola*** es una bacteria perteneciente al grupo de las Gram Negativas que ataca el cultivo desde el establecimiento en campo y en bancos de plantas madres que surten de material vegetal a los invernaderos. Esta bacteria causa lo que comúnmente se conoce como “la agalla de corona” en ***Gypsophila paniculata*** que se presenta como una estructura corchosa blanda alrededor del cuello y se ha convertido en uno de los principales problemas sanitarios de esta especie en todo el mundo, afectando sensiblemente la productividad de las plantas, la calidad del producto a exportar y los costos de producción.

Las pérdidas en bancos de plantas madres, han llegado a ser de un 22 %, siendo el principal agente causante de infecciones del material de propagación, y por ende de los sobrecostos por mano de obra en control cultural, monitoreo y desinfección de esquejes, suelo y plantas en campo a los que se han enfrentado los productores. Económicamente estos valores son del orden del 25 % (estimado para el año 2003 en 18.000.000 de pesos/ha) del total de los costos de producción.

Por tanto la presente investigación tuvo como objetivo principal el de determinar el método de control químico más efectivo para el manejo de ***Erwinia herbicola pv gypsophila***, en bancos de plantas madre bajo condiciones de invernadero. Y como objetivos específicos: Evaluar el nivel de la Oxitetraciclina, Estreptomycin y del Oxidocloruro de cobre como mecanismos de control curativo para control de ***Erwinia herbicola***, en esquejes y plantas madre de ***Gypsophila paniculata***⁵

⁴ FALCON FARMS. 2003 p. 8

⁵ Ibid., p.

1. MARCO TEORICO

1.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE GYPSOPHILA

1.1.1 Clasificación. Según Gutiérrez “las plantas de **Gypsophila**, pertenecen al orden **Caryophyllales**, familia **Caryophyllaceae**, su género es **Gypsophila** y la especie cultivada en Colombia es la **G. paniculata**”⁶.

1.1.2. Origen. Arango afirma que:

La planta de **Gypsophila** es originaria de los países mediterráneos y del este de Europa. El término *Gypsophila* proviene del latín gypsum que significa yeso y hace referencia a la afinidad que esta planta tiene por los sustratos calcáreos, razón por la cual es típica de estepas calcáreas de Europa, esta característica le ha conferido tolerancia a largos periodos de sequía⁷.

1.1.3. Morfología. González *et al*, argumenta que:

Morfológicamente, **Gypsophila** es una planta herbácea, de hábitos perennes y de ramificaciones dicotómicas. Presenta raíces gruesas y abultadas, su sistema radical consta de un rizoma compuesto por raíces primarias que llegan a medir dos metros en su plenitud de desarrollo. Presenta una corona gruesa, con abundantes yemas vegetativas que ayudan a la regeneración de la planta, siendo este el mejor y más efectivo sistema de propagación de esta especie⁸.

Gutiérrez manifiesta que:

Las hojas son enteras puntiagudas y opuestas; su tamaño varía con la especie y cultivo. Sus tallos son erectos y presentan nudos prominentes. Inicialmente la inflorescencia es simple, terminando en una estructura compuesta por una o varias flores terminales y dos brácteas denominadas “dicasio”, las estructuras de las inflorescencias son

⁶ GUTIERREZ, G. Manual Práctico de botánica taxonómica. Universidad Nacional de Colombia. Medellín : 1984, p. 105

⁷ ARANGO, Op cit., p. 5

⁸ GONZALES, et al. Cultivos ornamentales para complementos de ramo de flor. Ediciones mundiprensa, Madrid : 1998, p. 114

hermafroditas, los sépalos son soldados, el ovario es superior y los estambres son involutos⁹.

1.1.4 Fisiología. De acuerdo con Gonzáles *et al*, 1998 el desarrollo de la planta se puede dividir en cuatro principales estados.

✍ Estado vegetativo .

✍ Inducción.

✍ Elongación e iniciación floral.

✍ Formación de flores y floración.

González *et al*, define "***Gypsophila*** es una planta de días largos y cuando los días son cortos no florece y toma forma de roseta permaneciendo en estado vegetativo. Por tanto al ser una planta introducida en Colombia, esta especie debe tener luz artificial para la obtención de flores para exportación"¹⁰.

Danziger argumenta que "Por lo anterior, cuando en el trópico la siembra se hace en temporadas de días largos y altas temperaturas (julio – agosto) la luz debe colocarse de tres a cinco semanas después de la siembra y este tiempo se reduce de dos a cuatro semanas cuando las condiciones de temperatura y luminosidad van disminuyendo"¹¹.

1.1.5 Cultivo.

Al respecto, Arango define:

✍ **Propagación.** El mejor y más efectivo método de propagación utilizado en la producción comercial es el sistema vegetativo (asexual), siendo este el más rápido, y económico. Al mismo tiempo permite obtener plantas de características iguales a las plantas madres, las cuales son plantas de ***Gypsophila*** seleccionadas por su vigor, calidad y precocidad, de donde se aprovechan sus brotes, los cuales se van a multiplicar¹².

⁹ GUTIERREZ, et al Op cit., p. 107

¹⁰ GONZALES, et al. Op cit., p. 116

¹¹ DANZINGER, Op cit., p. 17

¹² ARANGO, Op cit., p. 13

Arango, manifiesta que “ A las plantas madre, se les estimula la producción de brotes laterales, para ello, se debe eliminar la dominancia apical (poda apical), eliminando la yema terminal, quitando manualmente entre 1 á 1.5 cm. del meristemo terminal”¹³.

Arango reporta que:

Esta poda se llama “despunte o pinch” y se realiza tres ó cuatro semanas después de haber culminado el proceso de enraizamiento, el cual tarda un mes aproximadamente. La producción de esquejes se inicia unas siete semanas después del trasplante, considerándose que es una cifra adecuada, una producción de 1 á 1.5 esquejes por planta semanalmente¹⁴.

Kusey. *et al.* Argumetan que:

Estas plantas madre son seleccionadas de material importado certificado, donde se tiene en cuenta la calidad y ausencia de problemas fitosanitarios (plagas y enfermedades) y así de esta manera se pueden obtener los esquejes a nivel comercial. Un esqueje de óptima calidad debe presentar características mínimas como tres pares de hojas bien formadas, las hojas deben tener de 7 á 10 cm. de largo, el tallo debe tener de 3-5 mm de diámetro y la raíz homogénea blanca, con una longitud de 10 á 15 mm¹⁵.

Danziger afirma que “Debe tenerse en cuenta que aunque se trata de una planta de días largos, los esquejes para propagación deben extraerse de plantas en condiciones de días cortos (13 horas de luz natural) garantizando así, que estas se encuentren en estado vegetativo”¹⁶.

Rahan, afirma que “Luego de seleccionado el esqueje, se inicia el proceso de enraizamiento, el cual tarda de 23 á 26 días. En el momento de siembra de los esquejes se recomienda aplicar hormonas del grupo de las auxinas como el ácido naftalenacético (ANA) con lo que se pretende acelerar y facilitar la formación de raíces”¹⁷.

¹³ ARANGO, Cultivo de plantas ornamentales. Notas de clase. Universidad nacional de Colombia. Medellín : 1998, p. 96

¹⁴ ARANGO, Floricultura y diversificación. Universidad nacional de Colombia. Medellín : 1997, p. 20 - 25

¹⁵ KUSEY, et al. Propagation of *Gypsophila paniculata* from Cutting or sciences . 1980, 15 (1) : 85 -86.

¹⁶ DANZINGER, Op cit., p. 24

¹⁷ RAHAN, *Gypsophila*. Pleglable Instructivo. Kibutz. Rosh Hanikrg Galile, Israel : s.f, p. 3

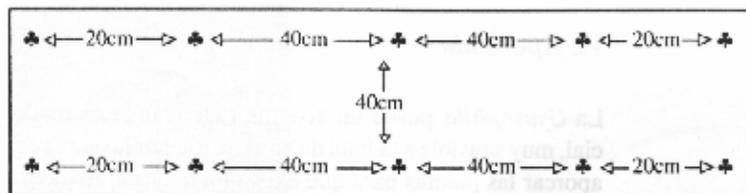
Arango manifiesta que: 'El enraizamiento de los esquejes se lleva a cabo en bancos bajo riego por aspersión; el riego se suministra entre las 9 de la mañana y las 3 de la tarde, el cual va disminuyendo semanalmente, iniciando con un periodo de 10 segundos de aspersión cada tres minutos la primera semana, hasta finalizar el proceso con 10 segundos de riego cada 20 minutos'¹⁸.

? **Labores culturales.** Debido a su profundo sistema radical, estas plantas crecen bien en suelos sueltos y bien drenados, ya que los problemas fitosanitarios se desarrollan cuando hay exceso de agua en el sustrato¹⁹.

Armitage manifiesta que:

Luego de que las plántulas de *Gypsophila spp* han adquirido un sistema radical y de haber permanecido en aclimatación durante una semana, son llevados a un invernadero donde se disponen en las camas con distancias de 0.40m x 0.40m es decir 6.25 plantas /m² ó 225 plantas por era o cama de 36 m² (30 m. de largo x 1.2 m. de ancho) donde quedarían establecidas en tres hileras de 75 plantas cada una (Figura 1). Generalmente se recomiendan estas densidades para condiciones tropicales y subtropicales²⁰.

Figura 1. Esquema de siembra en *Gypsophila paniculata*.



🔪 **Desinfestación del suelo.** Danziger, al respecto menciona que:

Se considera que la desinfestación del suelo para las plantaciones de *Gypsophila paniculata* es un factor crucial y esencial, por esta razón el suelo debe ser desinfectado antes de comenzar la siembra con productos como el "oxadiazon", donde luego de la aplicación se debe salpicar agua para activar la solución; es más eficiente realizar esta labor, cuando las temperaturas son más altas y hay ventilación para el suelo.

¹⁸ ARANGO Op cit., p. 14

¹⁹ INFOAGRO. El cultivo de la Gypsophila. [online]. Abril, 2002 [citado Oct, 2003]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.infoagro.com/flores/flores/gypsophila.htm>>.

²⁰ ARMITAGE, ARMITAGE, A.M. Introduction to floriculture-Speciality Cut Flower. 2 Ed. Academic Press, Inc., San Diego, California : 1992, p. 178

También es posible desinfestar con bromuro de metilo (50kg/1000 m²) ya que la desinfestación del suelo reduce la distribución de patógenos y crecimiento de malezas, esta práctica se lleva a cabo en Israel y en los países donde este producto está permitido, donde al mismo tiempo es posible desinfestar con metoato de sodio (100-150 litros/1000 m²), los dos productos pueden combinarse con la desinfección solar, solo o juntos, pueden lograr la misma meta²¹.

Falcon Farms, afirma que; “Otra alternativa para la desinfestación del suelo es la aplicación con dos semanas de anticipación de 200 g de Basamid (Dazomet al 98%)/cama, las cuales van dirigidas primordialmente a los lotes donde se ha presentado mayor incidencia de la bacteria”²².

✍ **Preparación de camas.** Danziger manifiesta que:

Posterior a la desinfestación del suelo, deben prepararse camas, que son plataformas de suelo de un metro de ancho por treinta centímetros de alto, separadas por calles de 50 cm. En campo abierto, las camas deben estar separadas por calles de 70 a 80 cm. de ancho, deben colocarse dos líneas de goteo por cada cama, con intervalos entre goteros de treinta centímetros. Aquí la apropiada preparación de terrenos es especialmente importante en suelos duros, para asegurar un buen drenaje²³.

✍ **Tutorado.** Al respecto, Arango afirma que

Con motivo de ofrecer soporte a las plantas de *Gypsophila paniculata* y dada la altura final que alcanza esta planta y su condición de especie herbácea deben colocarse postes de apoyo en los cuatro extremos de las camas donde se templan cuatro líneas de cordones a lo largo de cada cama²⁴.

Armitage, manifiesta que “

El soporte debe constar de tres tendidos de malla con cuadrados de 40cm x 40 cm, que se disponen a los 20 y 40 cm sobre el suelo y van separados 25 cm. entre sí y colocados, en la medida del crecimiento de

²¹ DANZINGER, Op cit., p. 11

²² FALCON FARMS. Op cit., 2002. p. 10

²³ DANZINGER, Op cit., p. 16

²⁴ ARANGO, Op cit., p. 15

la planta, a dos tercios de la altura de la planta. La maya puede tejerse con seis alambres galvanizados N° 18 tensados longitudinalmente y piola anudada en sentido transversal, de modo que se formen cuadros de 20 x20 cm²⁵.

Arango, argumenta que:

Se puede también adquirir mallas tejidas, ofrecidas actualmente en el mercado, y en cualquiera de los dos casos resulta importante manejar la malla adecuadamente para que los tallos se mantengan erguidos²⁶.

Así mismo, el autor define que:

☞ **Aporcada.** *Gypsophila* posee un sistema radical fasciculado, superficial, muy sensible a la falta de agua, razón por la cual es conveniente aporcar las plantas para que exista un mejor aprovechamiento de la humedad y se reduzca la propensión a problemas sanitarios, esta labor se ejecuta antes de tender la primera malla de tutorado. Los caballones de aporcada, se hacen formando surcos a lo ancho de la era con una altura de diez a doce centímetros²⁷.

Arango manifiesta que:

☞ **Desyerba.** Ya que *Gypsophila* es una planta muy sensible a los herbicidas, es aconsejable realizar la labor de desyerba en forma mecánica o manual, cuidando de no causar daños en tallos y raíces que promuevan el desarrollo de enfermedades. Aunque en cultivos donde se utiliza el “mulch” o acolchado plástico, no es necesario realizar esta labor ni tampoco la de aporcada, esto se debe a que el plástico limita el desarrollo de malezas sobre las camas y contribuye a conservar la humedad que el cultivo necesita, evitando el mal uso hídrico. El mantenimiento manual del caballón de aporcada contribuye eficazmente a esta labor.

☞ **Podas.** *Gypsophila* presenta tres cosechas y después de las primeras dos cosechas, la planta debe someterse a una poda prácticamente a ras, donde quedan unos tocones a dos o a tres centímetros sobre el suelo, que sirven para estimular nuevamente el estado vegetativo. Una vez efectuada esta labor, normalmente en las

²⁵ ARMITAGE, Op cit., p. 160

²⁶ ARANGO. Op cit., p. 14

²⁷ Ibid., p. 14

semanas 18 y 35 del ciclo de producción, se suspende el riego durante siete a diez días; esta práctica se realiza con varias finalidades: obligar a las raíces a profundizar, facilitar las labores de aporcada, desyerba, y favorecer a un adecuado control fitosanitario. Algunos cultivos no realizan esta práctica de renovación, ya que consideran más apropiado, por razones sanitarias y de producción, volver a establecer el cultivo después de las seis a siete semanas que este se encuentra en producción²⁸.

✍ **Iluminación.** Según Arango define que:

Gypsophila es una planta de fotoperiodo largo, el cual se suministra durante ocho semanas, entre 4-11, 27-34 y 46-53, para las tres cosechas por esta razón. Sin embargo cabe anotar, que las condiciones de día largo por si solas no son suficientes para inducir floración, así mismo es necesaria una temperatura mínima en el día de 15 °C y de 10 °C en la noche. Así, en términos generales, a menor temperatura se debe extender la longitud del día²⁹.

Arango afirma que:

Los estados de desarrollo de las plantas que son más sensibles a la luz y a la temperatura son los de inducción e iniciación floral. Algunos experimentos señalan que las plantas con brotes de cuarenta centímetros de largo, transferidas a condiciones de día corto, florecen alrededor de dos semanas más tarde y causan un desorden fisiológico conocido como “brotes ciegos”, donde el dicasio compuesto (inflorescencia de flor terminal y dos brácteas) no logra formarse, y el brote que lo soporta, manifiesta una forma más vegetativa que reproductiva, así mismo en estos estudios también se comprobó que las intensidades lumínicas de (cinco mil – seis mil fc³) estimulan el desarrollo de un mayor número de brotes y flores³⁰.

²⁸ ARANGO, Op cit., p.

²⁹ ARANGO, Op cit., p. 19

³⁰ ARANGO, Ibid., p. 22

Tavera, manifiesta que: “En el trópico generalmente es necesario acudir a la iluminación artificial para prolongar las horas de luz; la técnica usada por lo general es similar al que se utiliza para el crisantemo, tanto en intensidad (ocho a diez fc) como en el tipo de luz utilizada (incandescente o Sodio Alta Presión, SAP)”³¹

Arango, argumenta que:

La intensidad lumínica que se necesita debe ser de 8 a 10 fc^{*}, la cual se logra con 12-15 watt/m² a dos metros de altura y lo más común para suministrarla es hacerlo en intervalos para completar un total de dos horas: 21:00 a 21:40, 00:00 a 00:40 y 03:00 a 03:40 hr. Otra forma de completar los períodos de luz artificial es utilizar la luz intermitente, de seis minutos de luz encendida por 24 segundos apagada – con circuito cerrado (apagado) entre las 21:30 y las 02:30 hr.³²

- **Nutrición.** De acuerdo con Rutten, las variables edáficas apropiadas para esta especie son en contenido medio un pH de 7.5, un porcentaje de carbón de 12%, 120 partes por millón de fósforo, potasio 0.44 miliequivalentes, calcio 4.4 partes por millón, magnesio 8.3, aluminio 0.24, hierro 100, manganeso 15, cobre 2.5, zinc 6.8 boro 2, CIC 31 meq^{**}.

El mismo autor recomienda para el análisis mineral, nitrógeno 6.5 %, fósforo 0.5%, Potasio 5.4 %, Azufre, 0.7%, Calcio 5%, Magnesio 13%, como el contenido medio.

- **Balance nutricional.** Además de los contenidos de formas y elementos considerados en las tablas anteriores, para obtener resultados óptimos de producción es necesario mantener los siguientes balances edáficos^{***}:

- NO₃/NH₄ (Proporción Nitrato/Amonio): 13/1

- K/N (Proporción Potasio/Nitrógeno): 0.9/1

³¹ TAVERA, J.A.. Iluminación fotoperiodica con alta presición. Simposio Nacional del rio negro (Ant), Colombia : 1993 p. 14

^{*} Fc es la abreviatura de foot-candle (bujía-pie) que es una medida de la intensidad lumínica. equivale a 10.7 luxes.

³² ARANGO, Op cit., p. 54

^{**} Datos obtenidos de Soil and plant laboratorios (Santa Ana Ca) y DrPool LABS 8 Miami, (FL) y adaptados al formato de Dr Calderón Labs. (Bogotá, Colombia).

^{***} Ibid.,

- Ca/Mg (ppm) (Proporción Calcio/Magnesio) 4.4/1

- Ca/Mg (meq) (Proporción Calcio/Magnesio) 2.6/1

Danziger define:

☞ **Necesidades hídricas.** El género **Gypsophila** se caracteriza por un requerimiento hídrico bajo y una tasa de transpiración relativamente reducida. En suelos franco –arenosos, en los que es conveniente cultivarla, la capacidad de campo se mantiene con volúmenes de agua entre 6-8 litros /m², en promedio dos riegos semanales con esta cantidad son suficientes para mantener las plantas en un nivel hídrico adecuado. Es importante asegurarse de mantener el nivel hídrico más bien en déficit que en exceso, para garantizar un buen manejo fitosanitario³³.

Arango, afirma al respecto, que

☞ **Productividad.** La productividad promedio de la **Gypsophila** es de un ramo de diez tallos por planta/ cosecha, que defoliados pesan 300 gr. /ramo es decir 225 ramos/ era/cosecha o 6.25 ramos/cosecha/m². Esto equivale a aproximadamente cuarenta mil ramos/Ha³⁴.

Segal, L. manifiesta que:

☞ **Cultivo bajo invernadero.** Excepto en lugares con períodos secos garantizados, o muy baja pluviosidad, los cultivos de **Gypsophila** se desarrollan mejor bajo cubierta plástica. El invernadero convencional que es el tipo pagoda, es el más empleado y debe orientarse con el “agua mayor” en sentido contrario a la dirección predominante de los vientos. Su altura mínima por regla general es de dos a dos y medio metros más de la altura final de la planta. Conviene reponer el polietileno cuando su opacidad esté filtrando más del treinta por ciento de la luz natural (o cuando presente rupturas y anomalías en la estructura. Las paredes laterales del invernadero deben proteger a las plantas de las corrientes directas del aire, aunque deben permitir una adecuada ventilación³⁵.

³³ DESINGER, Op cit., p. 8

³⁴ ARANGO. Op cit., p. 28

³⁵ SEGAL, L. Consideraciones sobre el viento y el plástico de invernadero. FloraCulture international, Batavia Illinois. 1997 p. 26A

1.2 ESPECIES Y VARIEDADES DE IMPORTACIA COMERCIAL

Además de *G. Paniculata*, el género *Gypsophila*, incluye una 125 especies anuales como *G. murales* y *G. elegans*, de flores sencillas y propagación por semillas y especies perennes como *G. gvastiondes*, plantas pequeñas de jardín de crecimiento lento y denso, *G. perfoliata*, plantas altas, con tallos florales sin hojas y flores de color púrpura, *G. bodgueri* y la silvestre rastrera *G. repens* popularmente conocida como halito infantil o gasa. Otras especies que se pueden encontrar son *G. acuitifolia*, *G. manginii*, *G. oldhamiana* (Philips, R 1986).

Todas las especies son convenientes para jardines excepto la *Gypsophila. paniculata*, cuyas variedades son populares y comercialmente convenientes para las flores del corte. (Danziger. 1998).

Las flores de *Gypsophila paniculata* comercialmente poseen diversos colores y tonalidades, que van del blanco a colores rojos y sus intermedios. Las variedades de mayor valor comercial en la actualidad son las de color blanco, aunque las de de colores rosa y rojo poseen determinados mercados, destacando que las variedades de mayor importancia comercial en el mundo y Colombia son:

-Bristol fairy: Blanca de flores grandes, altura entre uno y uno y medio metros. Esta variedad fue extensamente distribuida en Israel durante los primeros años de su cultivo, hoy día se ve mucho menos, aunque en el extranjero ha crecido en grandes cantidades. Presenta rápido crecimiento, flores de pequeño diámetro (cinco a siete milímetros). El clon 801 es el más conocido; el Dana es de flores pequeñas, altos rendimientos y bajas necesidades lumínicas, el Rahan11de flores grandes, Rahan 14, las tiene pequeñas; ambos clones son precoces y con bajos requerimientos de luz³⁶.

- Romanos N° 4 y 2, que son selecciones de la anterior, con menores requerimientos de luz. Romanos 2 tiene flores con centro de color rosa.

Gabai: Con flores blancas y dobles, muy precoz y de alta productividad.

Rose valley: Doble, de color rosa, precoz y de alto rendimiento³⁷.

Red sea: Rosa- rojizo, con altura cercana a un metro y productividad igual que la anterior.

³⁶ RAULSTON, J.C. et al. *Gypsophila* production in Florida. New York: Gloekner & company Incorporated. Plegable instructivo. s.f. p. 13

³⁷ INFOAGRO. Op cit., p. 2

Million Stars: Florece con una abundante y tupida presencia de diminutas flores, que miden de 5 a 6 milímetros. Su flor es blanca brillante, tiene ramas derechas y estables con follaje pequeño. Su producción puede llevarse a cabo en invernadero o en campo abierto.

Yukinko: es una nueva variedad de flores blancas de tamaño medio de siete a ocho m.m. Sus ramas son derechas y estables de forma cónica, con pequeño follaje. Esta variedad es muy conveniente para la industria buquetera.

Arbel: Esta es una variedad de crecimiento rápido, con flores blancas y relativamente grandes que se aproximan a los 11 o doce m.m. Presenta una alta intensidad de crecimiento, sus flores son grandes y abundantes.

Tavor: Su desarrollo es precoz y sus flores son blancas de tamaño mediano, de unos 9 a 10 m.m, puede cultivarse en campo abierto y en interiores, su tallo tiene una forma cónica y está menos lleno que el Arbel. Su proporción de crecimiento es rápida.

Flamingo: Es una variedad con flores de color rosa pálido, pequeñas (seis a siete milímetros), floración doble. También se utiliza principalmente para corte o para flores secas⁶.

Perfecta: es una variedad de flor grande y blanca (10 a 13 mm) con un tinte verdoso durante ciertos períodos. Tiene preferencia en el mercado estadounidense; Actualmente, en Israel ésta es la principal variedad de ***G. paniculata***. la proporción de crecimiento es lenta y los clones que se han obtenido de esta, que son el Rahan R-22, de relucientes flores blancas y la Rahan R-17 que posee inflorescencia en corona y alta productividad, requieren de menos horas luz que la variedad progenitora, la cual requiere de 14 horas de luz para iniciar su proceso de floración³⁸

³⁸ Ibid., p. 2

Mc Cain manifiesta que:

Todas estas variedades están bien posicionadas en el mercado internacional, igualmente, todas son susceptibles a problemas fitosanitarios como los causados por, hongos, virus, bacterias y plagas lo que hace aún más difícil plantear mecanismos para el manejo adecuado de esta especie, los cuales puedan reducir los daños en campo y las pérdidas causadas por estos³⁹.

1.3 ENFERMEDADES BACTERIALES

Swings, J., *et al*, afirman que “las bacterias se dividen en Eubacterias (bacterias verdaderas) y actinomicetos (bacterias filamentosas), con aspecto de hongos pero con núcleo procariota”⁴⁰.

Bigre, J.P *et al*, afirman que:

Las bacterias son microorganismos vivos unicelulares, procarióticos y muy sencillos, constan de citoplasma que presenta un aspecto viscoso y en su zona central aparece un nucleoide que contiene la mayor parte del ADN bacteriano y en algunas bacterias aparecen fragmentos circulares de ADN con información genética, dispersos por el citoplasma, a los cuales se les llama plásmidos, además, en el citoplasma se encuentran inclusiones de diversa naturaleza química⁴¹.

La membrana plasmática presenta invaginaciones, que son los mesosomas, donde se encuentran enzimas que intervienen en la síntesis de ATP y los pigmentos fotosintéticos en el caso de bacterias fotosintéticas.

Muchas bacterias pueden presentar flagelos generalmente rígidos, implantados en la membrana mediante un corpúsculo basal. Pueden poseer también, fimbrias o pilus muy numerosos y cortos, que pueden servir como pelos sexuales para el paso de ADN de una célula a otra. Poseen ARN y ribosomas característicos, para la síntesis de proteínas y una pared celular que es rígida y con moléculas exclusivas de bacterias.

³⁹ Mc CAIN, A. H. Sin fecha Gypsophila Disease Control Guide . University of California : Agricultural extension. AXT-149. s.f p. 2

⁴⁰ SWINGS, et al. 1990, p. 30

⁴¹ ARRAKIS. [online]. Texinfo 2 ed. [Dortmund, Germany]. WindSpiel, nov. 1994 [cited 10 feb., 1995]. Available from Internet : <URL : <http://www.arrakis.es/~lluengo/microbio.html> >.

Llácer. *et al*, argumentan que:

A su vez las Eubacterias fitopatógenas, pueden clasificarse mediante la existencia de dos tipos principales de pared, que pueden distinguirse mediante la tinsión diferencial de Gram. Las bacterias **Gram positivas** tienen una capa gruesa de mureína (cadenas de polisacáridos, formando varias capas superpuestas que le confieren resistencia mecánica, y una permeabilidad limitada), situada por encima de la membrana citoplasmática⁴².

Las bacterias fitopatógenas son en su gran mayoría **Gram negativas** y presentan una capa de mureína muy fina, que está envuelta por una membrana externa, donde en algunos casos se sitúan los polisacáridos.

1.3.1. Bacteriosis causada por *Erwinia herbicola pv gypsophila*

Woese, manifiesta que:

La incidencia de esta bacteria (*Erwinia herbicola pv gypsophila*) en los cultivares de *Gypsophila*, ha desencadenado el desarrollo de innumerables trabajos de investigación, que han permitido identificar a este patógeno como un patovar específico de *Gypsophila paniculata*, denominado *Erwinia herbicola pv gypsophila*⁴³, esta nomenclatura especial se ha propuesto para aquellas bacterias que no cumplen con los criterios de la IJSB (Internacional Journal of Sistematic Bacteriology) para la designación de especies⁴⁴.

Dye, *et al*, Argumentan que “El término patovar se usa para referirse a una cepa o conjunto de cepas con características similares, aunque diferenciadas a nivel infrasubespecífico de otras cepas de la misma especie o subespecie, con base en el rango de patogenicidad para una o más especies de plantas huésped”⁴⁵.

Young, J.M. *et al*, afirman que “La sociedad internacional de patología de plantas ha definido el término **patovar**, para ser usado como complemento del código internacional de nomenclatura de bacterias”⁴⁶.

⁴² LLACÉR, et al, 1997, p. 491

⁴³ IINFOAGRO. Op cit., p. 2

⁴⁴ WOESE, C. R. Bacterial evolution. Microbiol. 1987, Rev. 51: 221-71

⁴⁵ DYE, et al 1980, p. 153 - 168

⁴⁶ YOUNG, J. M. et al, The use of term “patovar” in the classification og plant pathogenic bacteria. Plant Pathogenic bacteria. Proc Plant Pathog. Bact 5th, Angers. Inst. Nat. Rech. Agron. Vol 1. 1978 p. 359

Agrios. Manifiesta que:

Se conoce alrededor de mil seiscientas especies de bacterias y la gran mayoría son organismos estrictamente saprófitos y como tales benefician al hombre, igualmente varias especies bacterianas le producen enfermedades, como la tuberculosis, la neumonía y la fiebre tifoidea, otras causan enfermedades en los animales como la brucelosis y el ántrax. Se han encontrado cerca de 80 especies que producen enfermedades en las plantas. Muchas de estas especies, constan de numerosos patovares (variedades patógenas), es decir cepas que sólo difieren debido a las especies vegetales que ellas infectan⁴⁷

1.3.2 Clasificación taxonómica de *Erwinia herbicola* pv. *Gypsophila*.

Llacer afirma que en estudios realizados por Waldee, se manifestó que:

El género *Erwinia* se ha propuesto para bacterias con morfología bacilar, que tienen movimiento mediante flagelación, y que son anaerobias facultativas. En 1945 se consideró que el género *Erwinia*, podría abarcar a *E. amylovora* y a especies patógenas que causaran enfermedades con síntomas de necrosis, proponiéndose el término “pectobacterium” para *E. carotovora* y otras especies productoras de podredumbres blandas en los tejidos vegetales, pero esta propuesta no fue aceptada.

Actualmente, las especies de *Erwinia* han sido divididas en tres grupos según estudios fenotípicos: el grupo *amylovora* esta formado por *E. amylovora*, *E. tracheiphila*, *E. quercina*, *E. rubrifiens*, *E. salisis* y *E. stewartii*. El grupo *herbicola* esta formado por *E. herbicola*, *E. ananas* y *E. uredovora*. finalmente el grupo *carotovora* que esta formado por *E. carotovora*, *E. chrisanthemi* y diversas subespecies⁴⁸.

Según Goto, M. *et al*, afirman que “la heterogeneidad genotípica y fenotípica del actual genero *Erwinia* pone de manifiesto que son necesarios estudios más profundos para conseguir una clasificación más adecuada a la que actualmente pertenece y que se presenta a continuación”⁴⁹

⁴⁷ AGRIOS, G. N. The use of term “patovar” in the classification of plant pathogenic bacteria. Plant Pathogenic Bacteria. Proc. Int. Conf. Plant Pathog. Bact. 5th, Angers: Inst. Nat. Rech. Agron. Vol. 1. 1995, p. 533

⁴⁸ LLACÉR *et al*. Op cit., p. 506

⁴⁹ GOTO, M. TAKAHASKI, OKAJIMA, T., A Comparative study of *Erwinia milletiae* and *Erwinia herbicola*. Ann. Phytopath. Soc. Japan : 1980, 46:185-192

Reino: Procarionte
División: Gracillicutes (Gram. negativas)
Orden: Eubacteriales.
Clase: Proteobacteria
Subclase: Gamma"
Familia: Enterobacteriaceae
Genero: ***Erwinia***
Especie: ***herbicola***

1.3.3. Características de *Erwinia herbicola* pv *gypsophila*

Agrios manifiesta que: Esta bacteria pertenece al reino de los procariontes, los cuales son organismos unicelulares que poseen una pared celular rígida que rodea a la membrana celular y le confiere resistencia contra el choque osmótico⁵⁰

Bigre *et al*, argumentan que:

Erwinia herbicola está dentro del orden de las eubacterias Gram negativas, cuya morfología es bacilar (bastones rectos), tiene movilidad mediante flagelos peritricos para su locomoción y supervivencia. ***Erwinia*** es una bacteria anaerobia facultativa (que pueden vivir con o sin oxígeno) y presenta características de fermentación butilenglicólica⁵¹.

Llacer, afirma que:

Erwinia herbicola al ser una bacteria anaerobia facultativa, puede tener un metabolismo fermentativo, donde estas fermentaciones originan compuestos orgánicos como ácido fórmico, formol, etanol y 2,3-butanodiol alcoholes y disminuye poco el pH del medio en el que se encuentre, o puede realizar respiraciones anaeróbicas usando como aceptoras terminales de electrones otros compuestos inorgánicos diferentes del oxígeno, en este caso cuando son usados nitratos o nitritos se produce el proceso denominado desnitrificación⁵².

Por otro lado Llacér afirma que:

Multiplificación de *Erwinia herbicola*. Su multiplicación se lleva a cabo como en todos los procariontes, mediante fisión binaria, que consiste en

⁵⁰ AGRIOS, Op cit., p. 534

⁵¹ BIGRE, J. P. et al, Patología de los Cultivos Florales y Ornamentales. Versión española de Antonio Peña. Ediciones mundiprensa., Madrid : 1990, p. 169

⁵² LLACÉR, Op cit., p. 495

el aumento de tamaño de la célula, duplicación del genóforo, formación de un septo en posición ecuatorial que distribuye equitativamente el genoma y los componentes del citoplasma entre las dos células idénticas resultantes y finalmente, se escinden en dos células hijas, proceso conocido como fisión binaria⁵³.

🦠 **Ecología y diseminación de *Erwinia herbicola*.**

Al respecto Agrios manifiesta que:

Puede considerarse a ***Erwinia herbicola*** y a la mayoría de bacterias fitopatógenas como organismos colonizadores del suelo, existiendo como células libres o que pueden penetrar en el tejido vegetal de sus hospedantes, y por presentar una mínima capacidad para competir como saprofitos, persisten en el suelo mientras los tejidos del hospedante no se descompongan, dependiendo de la especie bacteriana o de las condiciones de temperatura y humedad existentes en el suelo.

Según el autor, *Erwinias* son las únicas bacterias fitopatógenas que son anaerobias facultativas y la enfermedad causada por ***Erwinia herbicola***, se desarrolla en cualquier lugar, si el cultivo se encuentra lo suficientemente húmedo y cálido; bajo éstas condiciones ambientales, la enfermedad puede ser extremadamente destructiva.

Las bacterias han desarrollado ciclos de infección sostenidos de planta en planta, con frecuencia a través de insectos vectores y ya sea debido a la naturaleza perenne del hospedante o la asociación que se establezca entre las bacterias y sus órganos de propagación vegetativa o semilla sexual, han perdido en gran parte, los requerimientos para sobrevivir en el suelo.

La diseminación de ***Erwinia herbicola***, se lleva a cabo de una planta a otra o a otras partes de la misma planta, principalmente a través del agua, insectos, diversos animales, herramientas agrícolas y el hombre⁵⁴.

Gafni *et al*, citado por Infoagro⁵⁵, afirman que “uno de los principales problemas para poder controlar la bacteria en ***Gypsophila*** es la facilidad de diseminación por

⁵³ Ibid., p. 498

⁵⁴ AGRIOS. Op cit., p.537

⁵⁵ INFOAGRO. Op cit., p.2

diversos medios. Esta bacteria, una vez iniciada la infección se extiende por los esquejes muy rápidamente, en cuestión de dos días”⁵⁵

1.3.4. Síntomas y signos de la enfermedad.

Según Cooksey⁵⁶, García. A⁵⁷. Manifiestan que “*Erwinia herbicola pv gypsophilae* produce agallas nodulares blandas en la base del tallo, que caen fácilmente. Este tejido se extiende alrededor de tallos, coronas y raíces; cuyos daños son similares a los causados por *Agrobacterium spp* en otras especies”

Según afirman Berlijn, J. *et al*, “Este patógeno se agrupa según la sintomatología que ocasiona, dentro de las bacterias que producen desarrollo exagerado de tejidos, los cuales se convierten en una ayuda visual para identificar de forma práctica algunas enfermedades”⁵⁸.

Walker. Manifiesta que:

El efecto primordial del patógeno sobre el huésped consiste en interrumpir los procesos de división celular, lo que se conoce como “Hiperplasia”. Bajo estas condiciones algunas células se desarrollan y alcanzan un tamaño anormalmente grande, fenómeno conocido como “hipertrofia”, anomalía que da lugar a los “sobre crecimientos” que generalmente toman la forma de agallas en los tallos coronas y raíces, que son las responsables de una deficiente circulación de nutrientes que se translocan en la planta y por ende de su pobre desarrollo fisiológico e incluso su muerte⁵⁹.

De acuerdo con Bigre. “la expresión de los síntomas puede variar según las especies y las condiciones climáticas, incluso los síntomas no aparecen en un determinado período del cultivo (pies aparentemente sanos) y los esquejes tomados sobre estos pies, pueden llegar a ser focos de dispersión de la enfermedad”⁶⁰.

⁵⁶ COOKSEY, D. A.. Galls of *Gypsophila Paniculata* caused by *Erwinia herbicola*. *Plant disease* 70(5): 464-468 1986, p. 464 - 465

⁵⁷ GARCÍA, A. *Patología Vegetal Practica*. Editorial Limusa. Wiley S.A, México : 1971 p. 49

⁵⁸ BERLIJN, J., LAON, J. *Proteccion de cultivos*. Editorial Trillas., México : 1999, p. 76

⁵⁹ WALKER, J. *Patología Vegetal*. Omega. Barcelona : 1965, p. 124

⁶⁰ BIGRE, J., MURAND, J. THARAUND, M. *Patología de los Cultivos Florales y Ornamentales*. Versión española de Antonio Peña. Ediciones mundiprensa., Madrid : 1990, p. 173

Por lo general en ataques tempranos de la bacteria, hace que la planta no llegue a su madurez de cosecha; si el ataque es tardío la flor es de baja calidad y no cumple con las características exigidas para exportación.

1.3.5. Aislamiento de *Erwinia herbicola pv gypsophila*.

Miller *et al*, argumentan que:

Para el aislamiento de *Erwinia herbicola pv gypsophila* debe removerse una pequeña porción del tejido afectado (1 á 5 gr.), usando una herramienta estéril. El tejido infectado debe ser lavado con agua esterilizada y una solución 1:10 de hipoclorito de sodio al 5.25% por un espacio de tres minutos. Después de enjuagar el tejido en agua estéril, debe ser macerado en un mortero. Después de dejarlo reposar durante tres minutos, el macerado es frotado con un asa estéril en un medio de cultivo selectivo, que para el caso de *Erwinia herbicola*, debe sembrarse en el medio MS⁶¹

1.3.6. Inoculación para la infección por *Erwinia herbicola pv gypsophila*

Manulis afirma que:

La concentración necesaria para causar infección en una planta de *Gypsophila spp*, es superior a 10⁵ CFU / ml y el proceso de incubación debe tardar entre 16 y 24 horas después de inoculado el material. Para que la inoculación sea efectiva se recomienda causar una herida para facilitar la entrada de la bacteria.

Así mismo, la solución obtenida se debe aplicar en una herida causada en el tallo de la planta de *Gypsophila paniculata*, para garantizar infección y la aparición de tumores se observa de 10 á 14 días después de la inoculación⁶².

⁶¹ MILLER, T.D, SCHROTH. Monitoring the epiphytic population of *Erwinia amylovora* on pear with selective medium. Phytopathology. 1972, 62:1175-1182.

⁶² MANULIS, S. Comunicación Internet. Dept. of Plant Pathology and Weed Research ARO, The Volcanic Center Bet Dagan. Israel : 2004, 50250.

1.4 ASPECTOS GENERALES DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE BACTERIAS EN PLANTAS

1.4.1. Antibióticos.

Barbera, afirma que:

Los antibióticos son sustancias producidas por organismos vivientes (hongos, bacterias, microorganismos) y que inhiben el crecimiento y desarrollo de otros microorganismos, y que desde el punto de vista de la aplicación agrícola, su interés y su acción más importantes, radican en el efecto ejercido sobre distintas bacterias, origen de enfermedades, difíciles de combatir con los medios usuales⁶³.

De acuerdo con Goodman:

La posibilidad de utilizar los compuestos del grupo conocidos vulgarmente como antibióticos hizo derivar hacia ellos la atención creciente de los investigadores. Esta fue la consecuencia natural del enorme éxito que durante el decenio de los cincuenta habían alcanzado estos compuestos empleados como medicamentos. Por regla general han sido más eficaces contra las bacterias patógenas del hombre y de los animales, pero algunas de estas sustancias han demostrado su eficacia contra las bacterias patógenas de las plantas⁶⁴.

Mc Manus manifiesta que :

Los antibióticos para las plantas se formulan generalmente como polvos que contienen entre el 17% y el 20% de ingrediente activo. Los polvos se disuelven o se suspenden en agua en concentraciones que van de 50 á 300 p.p.m las cuales se aplican en las áreas susceptibles de las plantas. Porque son relativamente caros, los antibióticos se usan principalmente en frutas de alto valor comercial y en cultivos de hortalizas y plantas ornamentales, donde su costo puede ser recuperado⁶⁵.

⁶³ BARBERA, C. Pesticidas Agrícolas. Omega. Barcelona : 1967, p. 284

⁶⁴ GOODMAN, R.N. The influence of antibiotics on plants and plant disease control. In Antibiotics: Their chemestriand Non-medical uses, ed.HS Goldberg, 1959, p. 322-448.

⁶⁵ Mc MANUS. et al, Op cit., p.77

☞ **Estreptomicina.** Al respecto, Costa. *et.al*, afirman que ‘La estreptomicina es un antibiótico de uso humano, que se ha empleado en el área agrícola para el control de bacterias a pequeña escala de cultivo comercial, su formulación comercial se presenta como líquida y como polvo soluble en agua bajo la forma de sulfato’⁶⁶.

Su origen está determinado a partir de los aislamientos de la fermentación de un actinomicete del suelo ***Streptomyces griseus***, del cual se obtiene el bactericida de formulación comercial, el cual es un antibiótico bacteriostático, absorbido vía foliar y transportado sistémicamente por toda la planta. El ***Streptomyces griseus*** inhibe la biosíntesis de proteínas afectando la cadena de ribosomas y causando pérdida de la codificación genética en la síntesis de las proteínas⁶⁷.

La aplicación de este antibiótico se debe hacer bajo mezclas que presenten un pH de 4 á 5, en días poco soleados y preferiblemente en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, pues las aplicaciones en horas de baja radiación solar directa, evitan el contacto directo de los rayos ultravioleta con el sustrato que lo inactivarían para el control de la bacteria⁶⁸.

Las aplicaciones preventivas se deben realizar con intervalos de 5 á 7 días y es necesario que las aguas utilizadas como vehículo para disolverlo no sean aguas duras o pesadas, así mismo no se debe mezclar con productos que presenten reacción alcalina.

Según Barbera, “se requieren entre 0,2 y 0,8 partes por millón de streptomina, para inhibir el crecimiento de ***Erwinia herbicola***”⁶⁹

De acuerdo con Psallidas, P. *et al*, citado por Mc Manus, P. *et al*, definen que:

La estreptomicina, se formula como sulfato de la estreptomicina o nitrato de estreptomicina y se ha comercializado bajo los nombres comerciales de Agrept, Agri-mycin, Agri-strept. Fructocin, y Plantomycin. La estreptomicina ha sido el antibiótico de mayor uso en plantas en los Estados Unidos y es usado principalmente para el manejo de fuego

⁶⁶ COSTA. J., MARGUERITIS, A., MARSICO, O. Introducción a la Terapéutica Vegetal. Centro Regional de Ayuda Técnica (AID). Buenos Aires : 1974, p. 77

⁶⁷ BIOPLAGUICIDAS. Streptomyces griseus y rimosus [En línea]. Formato de archivo: PDF/Adobe Acrobat - Versión en HTML p 1. Streptomyces griseus y rimosus identificación del Ingrediente activo: estreptomicina, estreptomicina (sulfato nov. 1994 [citado feb, 1995]. Disponible en Internet:<URL: <http://www.bioplaguicidas.org/guiapla/bacte012.pdf>>.

⁶⁸ INFOAGRO. Op cit., p. 1

⁶⁹ BARBERA, Op cit.,p. 256

bacterial (*Erwinia amylovora*) en caducifolios. En Europa, donde el fuego bacterial se ha estado extendiendo de país en país desde 1950, la estreptomycin solo es permitida y usada en emergencias y aceptado regularmente dependiendo del país en que se encuentre, debido a reglamentaciones gubernamentales de cada país⁷⁰.

Oxitetraciclina.

Costa. *et al*, define que:

La oxitetraciclina es otro antibiótico de uso humano, utilizado en la agricultura, y al igual que la estreptomycin ésta se obtiene a partir del patógeno *Streptomyces rimosus*. Comercialmente se le conoce con el nombre de Terramicina u oxitetraciclina, tiene un amplio espectro como bactericida en la patología vegetal y en este campo se usa en mezcla con estreptomycin, para ampliar su rango de acción⁷¹.

Barbera. Afirma que 'La dosificación del uso de la terramicina en el control de *Erwinia spp* es de 0.6 á 6.3 partes por millón, con esta dosis se alcanza a inhibir el crecimiento de las bacterias'⁷².

Mcco, R. manifiesta que:

La Oxitetraciclina es una Tetraciclina, que se formula como complejo de calcio-oxitetraciclina o hidrocloreuro de oxitetraciclina y se ha comercializado bajo los nombres comerciales de Biostat, Glomycin. Mycoshield, Terrafiingine, y Terramicina. En Estados Unidos, se ha registrado en pera, para el manejo de de *Erwinia amylovora*, en melocotón y mandarina para el manejo de *Xanthomonas arborícola*, que causa la mancha bacteriana.

En lugares donde *Erwinia amylovora* ha tenido resistencia al la estreptomycin, la oxitetraciclina se ha usado en manzana bajo un registro especial. Oxitetraciclina también es usada para controlar *Erwinia amylovora* en manzana en México y *Pseudomonas spp.* y *Xanthomonas spp* en varias cosechas de hortalizas en los países de América latina. Un uso menor de oxitetraciclina es la inyección en los

⁷⁰ Mc MANUS, P. *et al*. Op cit., p. 443

⁷¹ COSTA *et al* 1974 p. 78

⁷² BARBERA, Op cit., p. 256

tallos de palma y olmo para disminuir los síntomas causados por fitoplasmas⁷³.

1.4.2. Productos derivados del cobre.

Al respecto, Crose afirma que:

El uso del cobre como ingrediente activo para el manejo de bacteriosis, se hace para prevenir y no como curativo, es así como el control de la bacteriosis mediante agentes químicos solo es eficaz cuando se utiliza como estrategia preventiva. Los productos antibacterianos para el control de ellas en las plantas es muy limitado y depende en gran medida del tipo de cultivo a proteger y la legislación vigente de cada país. Mundialmente los productos más usados son los derivados cúpricos. Dentro de estos se encuentran principalmente el caldo bordeles, el oxiclورو de cobre, el sulfato de cobre tribásico y el hidróxido cúprico⁷⁴.

Conlin, *et al*, afirma que ‘La forma de acción de los cúpricos, parece ser de tipo “biocida”, pues en estos se ha determinado que concentraciones de 4 á 128 m.g de i.a./ l, no permiten el desarrollo de bacterias en las plantas”⁷⁵.

⁷³ MCCOY, R. Use of tetracycline antibiotics to control yellows diseases. Plant Dis. 66:539-42. 1982. 1982, p. 42

⁷⁴ CROSE, J. Prospects for the use of Bactericides for the control of bacterial diseases. Proc. 6th Br. Insectic. 1971, Conf. p. 694-05

⁷⁵ CONLIN, K., McCARTER, S. Effectiveness of Selected Chemical in inhibiting *Pseudomonas Syringae* p.v. Tomato in vitro and in controlling bacterial speck. 1983, Plant disk 67: 639-44

2. MATERIALES Y METODOS.

2.1 LOCALIZACION.

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la empresa **C.I Falcon Farms de Colombia**, finca Torremolinos, ubicada en la vereda Palmira, municipio de Suesca, departamento de Cundinamarca, dedicada a la producción y exportación de flores.

Los invernaderos donde se desarrolló el presente trabajo de investigación, se encuentran a una altitud de 2650 m.s.n.m y el área circundante a ellos posee una temperatura media de 15°C, una humedad relativa del 80 %, un brillo solar de 1450 horas anuales y una precipitación anual de 2300 m.m.

Durante la realización del presente trabajo de investigación, la temperatura dentro del invernadero osciló entre 18°C y 24°C durante la noche y el día, respectivamente. Esta fue controlada con el manejo de compuertas y ventanas de acuerdo con las condiciones del tiempo. Así mismo, la humedad relativa varió entre el 80 al 90 %, la cual fue mantenida con la aplicación de riego.

Durante la investigación en el invernadero, el riego se realizó con poma, procurando mantener una cantidad aproximada a una precipitación de 2000 m.m anuales, de acuerdo a los requerimientos hídricos de **Gypsophila**, los cuales estaban sujetos a los cambios de temperatura y luminosidad de cada día.

2.2 MATERIAL VEGETAL

El invernadero donde se realizó la investigación, contó con plantas madre de **Gypsophila paniculata variedad Perfecta** de 12 semanas de edad, las cuales tuvieron despunte apical en su sexta semana de siembra para activar los brotes laterales. Para la aplicación de los tratamientos se tomaron partes vegetales (esquejes) provenientes de las plantas madres y se sembraron en macetas de 1000g, los cuales tuvieron un proceso previo de enraizamiento, el cual se llevó a cabo en una cámara húmeda, donde se colocaron los esquejes impregnados en su parte basal con hormonas de enraizamiento (ANA), este proceso tuvo una duración de cuatro semanas.

Todo el material vegetal de plantas madre recibió la fertilización correspondiente a estas como se muestra en la tabla 1.

Las plántulas procedentes de las plantas madre de 12 semanas, conformaron bancos de plantas, sobre las cuales se realizó el trabajo de investigación.

TABLA 1. Fórmula de fertirriego aplicada en plantas madre.

PRODUCTO	Elemento	PPM	GRAMOS x LITRO	TOTAL PRODUCTO PARA 1.500 Litros
Nitrato de Potasio	K	150	0.3916	587.4 g
Nitrato de Calcio	Ca	120	0.632	948.0 g
Nitrógeno Total	N	149		
Acido Fosforito	P	50	0.187	280.5 g
Sulfato de Magnesio	Mg	30	0.306	459.0 g
Kelatex Manganeso	Mn	0.4	0.0044	6.6 g
Solubor	B	0.07	0.00034	0.51 g
Molibdato de Amonio	Mo	0.1	0.000185	0.28 g

2.3 AREA EXPERIMENTAL.

El área experimental donde se trabajó, comprendió dos camas de concreto y madera, levantadas a un metro del suelo; una cama utilizada durante la permanencia de las plántulas de *Gypsophila* en bancos de enraizamiento donde se ubicaron vasos de seis onzas de capacidad, ubicados contiguamente sin distancias entre uno y otro, los cuales contenían las plántulas a enraizar. La otra cama, ubicada en bancos de plantas madre, en la cual se establecieron las materas donde se trasplantaron las plántulas ya enraizadas, con una distancia de 15 cm. Cada una de las camas tenía un área total de 32 m² y un área utilizada de 16 m².

2.4 UNIDAD EXPERIMENTAL.

La unidad experimental contó con diez plantas por parcela, de las cuales se tomaron cinco plantas como parcela útil (anexo A y B), para la toma de datos, correspondientes a incidencia de la bacteria y días a aparición de síntomas de la enfermedad. Las plantas restantes estaban formando un borde individual el cual sirvió para anular el efecto de borde en cada una de las repeticiones de todos los tratamientos.

2.5. MANEJO AGRONOMICO PARA LA INVESTIGACION

2.5.1 Desinfestación del sustrato

Para el sustrato de enraizamiento donde se sembraron los esquejes se utilizó 80% de cascarilla de arroz y el 20% de humus provenientes de casas comerciales en vasos plásticos de seis onzas.

Las plántulas ya enraizadas se sembraron en las “camas madres” en macetas de 1000 g de capacidad, donde el sustrato estaba compuesto por 50% de suelo, 30%

de cascarilla de arroz quemada y 20% de humus. Los dos sustratos se desinfectaron de la misma manera tres días antes de la siembra, basándose en la aplicación con regadera de hipoclorito de calcio del 65 % (6 gr. /Lt agua).

Después de aplicados los tratamientos, los esquejes fueron sometidos a un espolvoreo que impregnó la base del esqueje con producto comercial de hormonas de enraizamiento (por lo que fue muy difícil establecer exactamente la dosis utilizada) y sembrados en los vasos plásticos, ubicados en los bancos de enraizamiento como se muestra en el anexo 1 (Mapa de bancos de enraizamiento).

Después de las cuatro semanas en bancos de enraizamiento se trasplantaron las plántulas a bancos de plantas madre, durante su permanencia en este lugar, el abonamiento se realizó una semana con una fertilización sólida de 2 g por planta de un fertilizante 15-8-15+2 Mg+ microelementos, donde el 60% del Nitrógeno se presenta como urea formaldehído, 5% de forma nítrica y el 1% amoniacal, el cual es conseguido en el mercado como plantosan.

La siguiente semana se aplicó una fertilización líquida con la fórmula expuesta en la tabla 1, la cual se aplicó dos veces en la semana correspondiente, con un espacio de 3 días.

Doce días después del transplante, se realizó el “pinch” o despunte, para estimular la salida de brotes laterales, Para así recibir el mismo manejo agronómico que se le da a las plantas madre en producción.

Los primeros esquejes se cosecharon seis semanas después de la siembra en bancos de plantas madre y permanecieron en producción por las siguientes seis semanas, tiempo recomendado por la literatura para un adecuado manejo fitosanitario de ellos.

2.5.2 Desarrollo de la investigación. Para proceder a la aplicación de los tratamientos, primero se debió inocular las plantas madres de donde se tomaron las partes vegetales (esquejes) con una solución bacteriana de *Erwinia herbicola* como aparece a continuación.

- Inoculación.

✍ **Aislamiento y cultivo de la bacteria.** El procedimiento consistió en tomar 3 g de tejido afectado, el cual se llevó a una solución 1:10 de hipoclorito de sodio del 5.25% y se enjuagó con agua destilada, posteriormente se maceró dentro de un tubo con 5cc de agua destilada, donde luego con un asa bacteriológica se retiró a una alícuota y se sembró por agitación en un medio de cultivo específico para *Erwinia* (MS) con lo que se aseguró que las colonias que obtenidas pertenecían correspondían a *Erwinia herbicola*.

Transcurridos dos días se observó el crecimiento de las colonias bacterianas, donde luego de multiplicada la bacteria se procedió a hacer una solución de conidias obtenidas del medio; en una concentración 10^8 CFU/ml, donde esta concentración garantiza el daño por *Erwinia herbicola* en el hospedante⁷⁶

Se garantizó la inoculación y la infección por *Erwinia herbicola* en cada planta madre de *Gypsophila paniculata* variedad Perfecta, con la aplicación de la solución obtenida del cultivo de la bacteria, asperjada en una herida provocada de 1.0 m.m de profundidad, previamente hecha con una navaja de injertación, en la base del tallo.

La aspersión se llevó a cabo con un atomizador, humedeciendo completamente el tallo y el área que la circunda.

Los tratamientos se aplicaron durante las primeras horas de la mañana, bajo una temperatura dentro del invernadero de 18 °C. Se contó con plantas infectadas por la bacteria las cuales mostraron síntomas de la enfermedad. Las plantas madre, en donde se aplicaron los tratamientos, tuvieron un riego a capacidad de campo, antes de la aplicación y los esquejes que se tomaron de plantas sin ningún procedimiento se llevaron directamente a la inmersión en los productos químicos realizados de la siguiente manera:

Para los tratamientos 1, 2, 3, 5, 6, y 7, se hizo la aplicación de los productos respectivos (Tabla 2) en “drench” o regadera sobre las plantas madres inoculadas, bañando totalmente la parte aérea y el cuello de la raíz. Al cabo de dos horas, se procedió a cosechar el esqueje para su siembra en bancos de enraizamiento.

Para el desarrollo del tratamiento 4 (Desinfestación de herramientas de corte con formol al 10 % cada vez que se haga un corte de esquejes al pasar de una planta a otra), se utilizó guantes quirúrgicos para la cosecha de esquejes, los que se desinfectaron cada vez que se retiraba uno de estos de cada planta madre.

Los esquejes utilizados en los tratamientos 8, 9, 10, 11, 12 y 13, fueron cosechados de plantas que no recibieron ningún tratamiento y se sometieron a una inmersión en los productos químicos en las dosis correspondientes a cada uno (Tabla 2) y posteriormente se sembraron en bancos de enraizamiento.

El material vegetal para el establecimiento de los testigos provenía de plantas madre con y sin inoculación de la bacteria. Los tratamientos anteriormente mencionados, permanecieron en bancos de enraizamiento por un espacio de cuatro semanas, donde recibieron riego diario, y fertilización, según los requerimientos diarios de agua; al cabo de este tiempo se trasladaron a bancos de

⁷⁶ MANILUS, S. Op cit., 2004, p. 2

plantas madre y se transplantaron en macetas de 1000 g. donde permanecieron para su seguimiento, monitoreo y análisis respectivos.

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para éste trabajo se utilizó un diseño completamente al azar, el cual comprende trece (13) tratamientos, dos (2) testigos y cuatro repeticiones, para un total de 60 unidades experimentales. Los datos obtenidos se interpretaron estadísticamente mediante un análisis de varianza.

2.6.1 Tratamientos. Los tratamientos evaluados en la investigación se describen en la tabla 2, teniendo en cuenta que a todos los tratamientos se les realizó igual manejo agronómico, asumiendo como variante entre los tratamientos, la forma y el tiempo de la aplicación de los productos químicos, programados para aplicarlos antes y después de la cosecha de los esquejes que fueron sometidos a estudio.

2.6.2. Variables a evaluar.

? **Días de aparición de síntomas de la enfermedad.** Esta variable se midió de acuerdo con la presencia de síntomas o signos del patógeno, con base en la visualización de agallas blandas alargadas en tallos, coronas y raíces de cada una de las cinco plantas de cada parcela. Esta se midió tres veces por semana, para lo cual se hicieron monitoreos para determinar la infección por *Erwinia herbicola* a las plantas de *Gypsophila* mediante la identificación visual de síntomas durante la permanencia en bancos de enraizamiento y bancos de plantas madre.

? **Incidencia de la bacteria.** Se determinó según los datos obtenidos en el punto anterior, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas con síntomas del patógeno}}{\text{N}^\circ \text{ total de plantas por parcela}} \times 100$$

2.6.3. Recolección de la información. La recolección de la información se llevó a cabo ocho semanas después de la aplicación de los tratamientos, para lo cual se realizaron monitoreos con una periodicidad de tres días a la semana y una frecuencia de dos días entre cada uno de ellos.

- **Procedimiento para el monitoreo.** Para ello se retiró el sustrato de la base del tallo hasta dejarlo descubierto y se llevó a cabo con la ayuda de paletas de madera (una por cada planta) previamente desinfectadas con una solución de yodo comercial al 10%. Esta solución también se utilizó para establecer una condición de asepsia en las labores manuales de limpieza de malezas y hojas

secas, las cuales se realizaron, desinfectándose las manos cada vez que se hizo el cambio de una planta a otra.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos utilizados para el control de *Erwinia herbicola* en esquejes provenientes de plantas madre.

Tratamiento N°	Descripción
1	Aplicación de Sulfato de Estreptomina al 10 % de concentración de ingrediente activo, antes de cosechar el esqueje a sembrar en maceta.
2	Aplicación de Oxitetraciclina al 10 % de ingrediente activo antes de hacer el corte del esqueje a sembrar en la maceta.
3	Aplicación de Oxidloruro de cobre al 10 % de ingrediente activo antes de cosechar el esqueje a sembrar en la maceta.
4	Desinfección de herramientas de corte con formol al 10 % cada vez que se haga un corte de esquejes al pasar de una planta a otra
5	Aplicación de Sulfato de Estreptomina al 5 % más Oxitetraciclina al 5 % de ingrediente activo antes de cosechar el esqueje a sembrar en la maceta.
6	Aplicación de Estreptomina al 5 % de ingrediente activo más Oxidloruro de cobre al 5 % antes de cosechar el esqueje a sembrar en la maceta.
7	Aplicación de Oxitetraciclina al 5 % de ingrediente activo más Oxidloruro al 5% antes de cosechar el esqueje a sembrar en la maceta.
8	Inmersión en Sulfato de Estreptomina al 10 % de concentración de ingrediente activo, después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta
9	Inmersión en Oxitetraciclina al 10 % de concentración de ingrediente activo, después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta
10	Inmersión en Oxidloruro de cobre al 10 % de concentración de ingrediente activo después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta
11	Inmersión en Sulfato de Estreptomina al 5 % más Oxitetraciclina al 5 % de ingrediente activo después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta
12	Inmersión en Sulfato de Estreptomina al 5 % más Oxidloruro de cobre al 5 % de ingrediente activo después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta
13	Inmersión en Oxitetraciclina al 5 % más Oxidloruro de cobre al 5 % de ingrediente activo después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta
14	Testigo sin control del patógeno y sin inoculación.
15	Testigo sin control del patógeno y con inoculación.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con la información de campo y los tratamientos aplicados, el comportamiento de cada una de las variables evaluadas, se describe a continuación. Cabe resaltar que los tratamientos numerados en la tabla 2 como 2,4,5,7,9,10,11,12 y 13 mostraron una marcada fitotoxicidad que les produjo necrosis total de los tejidos y muerte de los esquejes y por tanto, para el análisis estadístico no fueron tomados en cuenta.

En la **Tabla 3** se muestra la sintomatología presentada por las plántulas procedentes de esquejes tratados con los productos químicos, durante la permanencia en bancos de enraizamiento, en esta se describen los tratamientos que presentaron fitotoxicidad.

En la misma **Tabla 3**, se aprecia que todos los tratamientos que tenían como ingrediente activo oxitetraciclina al 5% y al 10% presentaron síntomas evidentes e inmediatos de fitotoxicidad independientemente de su aplicación como tratamiento antes y después de ser cosechado el esqueje. (**Figura 2 y 3**).

De la misma forma, la fitotoxicidad producida por la oxitetraciclina en cualquiera de las concentraciones utilizadas presentó como síntoma característico una clorosis inicial seguida de necrosis, muerte de hojas y por consiguiente muerte de la planta (**Figura 4**).

Figura 2. Síntomas de fitotoxicidad inicial causados por Oxitetraciclina en inmersión al 10% (Tratamiento 9) en esquejes de *Gypsophila paniculata*.



Figura 3. Síntomas de fitotoxicidad causados por tratamiento 13 (Oxitetraciclina 5% y oxicloruro de cobre al 5%) en esquejes de Gypsophila paniculata.



La fitotoxicidad producida por la oxitetraciclina se debe posiblemente a que los tejidos que entraron en contacto con ella son demasiado suculentos y probablemente algún compuesto del tratamiento produzca necrosis de los tejidos interrumpiendo los procesos de división celular lo que impide el desarrollo normal de la planta.

Figura 4. Muerte de la planta a causa de una fitotoxicidad producida por la Oxitetraciclina al 10% (Tratamiento 2).



A este respecto, menciona Rosene, *et al*,⁷⁷ que “se registró la disminución del alargamiento de las raíces de la cebolla mediante el empleo de la Estreptomicina y la Penicilina-G, así como el desarrollo de las raíces del pepino utilizando Oxitetraciclina”, Sin embargo, Cobey,⁷⁸ afirma que “se cuenta con mayor información acerca de los efectos estimulantes acerca de los inhibidores de los antibióticos tetracíclicos, en relación con el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas”. Así mismo, Neumann⁷⁹, menciona, “un ejemplo en fríjol en el cual, al parecer, los antibióticos de ciclohexamida afectan en forma adversa el crecimiento de las plantas en mayor grado que los antibióticos antes mencionados”.

Por otra parte, Klisiewicz⁸⁰, expone que “Los fosfatos de sodio y de potasio monobásicos redujeron el daño que ocasiona el empleo de Tetraciclinas empleadas en el tratamiento de crucíferas”.

Así mismo Leh asegura que “mediante la administración de hierro, se evitó la inhibición en la formación de las raíces, el desarrollo retrasado y la clorosis de las plantas que habían sido tratados con un antibiótico de Tetraciclina y que el manganeso agravó los efectos dañinos del antibiótico”⁸¹.

En la **Tabla 3** se aprecia que los tratamientos 5 y 11 que contienen la combinación de estreptomicina más Oxitetraciclina produjeron también síntomas de fitotoxicidad irreversible de las plantas tratadas. De la misma forma, se puede observar en esta tabla que el tratamiento 12 que involucra estreptomicina más oxiclورو de cobre produjo la muerte de las plantas tratadas.

Así mismo, el tratamiento 6 que involucra estreptomicina al 5% y oxiclورو de cobre al 5% antes de cosechar el esqueje no produjo fitotoxicidad.

En relación con lo anterior, Fink, “llevó a cabo pruebas con once tratamientos de fungicidas en tubérculos de papa para su uso como semilla. Por si solos los

⁷⁷ ROSENE, H., JONES. 1955. Effects on antibiotics on water transport and growth in root tissues. *Plant Physiol.* 30: xvii.

⁷⁸ COBEY, R. The effects of streptomycin on bean cotyledons in culture. *Plant physiol.* 35 (suppl.): xviii. 1960. p. 35

⁷⁹ NEUMANN, J. The effect of actinomycin D on lettuce seedlings and its differential uptake by roots and shoots. *Plant Physiol.* 1964, 17:363-370

⁸⁰ KLISIEWICZ, J. Studies on the control of black rot on crucifers with antibiotics. *Phytopathology* . 1960, 50 : 642.

⁸¹ LEH. H. On the effects of magnesium and manganese ions on the Phitotoxic action of streptomycin z. *Pflernahr. Dung.* 1960, p. 88:211-221

productos no mostraron un efecto notable, pero al combinarse con dieldrin y con sulfato de estreptomicina, los productos fungicidas en cuestión redujeron el crecimiento de las plantas y los rendimientos esenciales de los tubérculos⁸².

De acuerdo con esta información, es posible que la combinación de estreptomicina como ingrediente activo con oxitetraciclina produzca efectos sobre los tejidos que inducen la quemazón de ellos.

Por el contrario, los estudios realizados en 1958 por Ark y Thompson “evitaron por completo el daño que causan los productos cycloheximina, chlorotetraciclina, estreptomicina y Oxitetraciclina a las plantas de alubias y otras leguminosas, así como a los pepinos, añadiendo 1% de clorofilina de sodio o de potasio al antibiótico”⁸³.

Zohn, afirma que “La fitotoxicidad de la estreptomicina en las plantas leguminosas se mantuvo sin disminución en soluciones nutritivas que contenían sales de cobre y níquel. Dicha fitotoxicidad disminuyó ligeramente con el cobalto y el zinc, fuertemente por medio de hierro y magnesio y muy fuertemente por el manganeso y el calcio”⁸⁴.

Leh, sugirió que “los efectos fitotóxicos de la estreptomicina se deben a la formación de un complejo con el magnesio”, así mismo Marsella, E. *et al*, afirman. que “el cloruro de manganeso evitó la clorsis en plántulas de tabaco, la cual fue inducida por la estreptomicina”⁸⁵.

La situación anterior se puede relacionar con el hecho de que el efecto nocivo que causa la Estreptomicina este ligada a una reacción que se presenta cuando ésta es combinada con algunos productos químicos, como es el caso del Magnesio mencionado anteriormente, pero también se presenta fitotoxicidad bajo otras condiciones con el mismo elemento en especies diferentes

⁸² FINK, H. Potato seed-piece treatments. *Phytopathology*. 1958, p. 48:261.

⁸³ ARK, P., THOMPSON, J. Prevention of antibiotic injuri with Na-K-chlorophyllin. 1958., *Plant. Dis. Rep.* 42 : 1203 - 1205.

⁸⁴ ZOHN, G. The interactions between streptomycin and varius metal ions. A contribution to the mode of action of streptomycin in higher plants. *Naturwissenschaften* 1962, p. 49:139.

⁸⁵ LEH. H. On the effects of magnesium and manganese ions on the Phitotoxic action of streptomycin z. *Pflernahr. Dung.* 1960, p. 88:211-221

Tabla 3. Sintomatología de la fitotoxicidad presentada en *Gypsophila paniculata* debida a los tratamientos, durante la permanencia en bancos de enraizamiento.

TRATAMIENTOS	SINTOMATOLOGIA
2 Aplicación de Oxitetraciclina al 10 % de ingrediente activo antes de hacer el corte del esqueje a sembrar en la maceta.	clorosis y marchites generalizada de hojas viejas, los brotes presentan enrollamiento y marchitamiento. Débil desarrollo radical.
4 Desinfestación de herramientas de corte con formol al 10 % cada vez que se haga un corte de esquejes al pasar de una planta a otra	Distorsión en los brotes nuevos, quemazón en las puntas, notable amarillamiento y necrosis de hojas viejas.
5 Aplicación de Sulfato de Estreptomicina al 5 % más Oxitetraciclina al 5 % de ingrediente activo antes de hacer el corte del esqueje a sembrar en maceta.	Palidez general. Clorosis, secamiento de hojas viejas y puntas de brotes. Débil desarrollo radical.
7 Aplicación de Oxitetraciclina al 5 % de ingrediente activo más Oxiclورو al % antes de hacer el corte del esqueje para sembrar en maceta.	Clorosis leve general, secamiento y flacidez de hojas viejas. Seis plántulas enraizadas
9 Inmersión en Oxitetraciclina al 10 % de concentración de ingrediente activo, después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta	Encrespamiento de brotes nuevos, follaje verde oscuro flácido, pudrición acuosa descendente de hojas viejas
10 Inmersión en Oxiclورو de cobre al 10 % de concentración de ingrediente activo después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta	Secamiento total general de hojas viejas, presentan necrosis como lesiones hundidas, y algunas plántulas muestran marcado encrespamiento de los brotes nuevos. Cinco plantas enraizadas.
11 Inmersión en Sulfato de Estreptomicina al 5 % más Tetraciclina al 5 % de ingrediente activo después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta	Clorosis generalizada, encrespamiento de brotes nuevos
12 Inmersión en Sulfato de Estreptomicina al 5 % más Oxiclورو de cobre al 5 % de ingrediente activo después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta	Clorosis y encrespamiento de hojas centrales, quemazón en forma de lesiones hundidas en las puntas de las hojas viejas
13 Inmersión en Tetraciclina al 5 % más Oxiclورو de cobre al 5 % de ingrediente activo después de cosechado el esqueje a sembrar en la maceta	Marcada clorosis generalizada y necrosis en las puntas de las hojas viejas. Encrespamiento de hojas centrales

Un estudio de Bonde, citado por Palenzuela, reporta que:

En donde tubérculos de patata para semilla tratados con 100 p.p.m de nitrato de estreptomicina disminuyó el rendimiento de la cosecha de tubérculos, los cuales se utilizaron para la siembra, no se trataron con nitrato de estreptomicina, produjeron más tallos y fores por planta. Al parecer, el tratamiento de dichos tubérculos con estreptomicina disminuyó la cosecha de tubérculos y la aumentó cuando estos se los utilizó como semilla, debido al control de la pudrición que causa *Erwinia atroseptica*.

Contrariamente en el control de (*Corynebacterium sepedonicum*), en patata, cuando se utilizó Agrimycin 100 (combinación química de Oxitetraciclina y Streptomina) produjo disminución en el rendimiento⁸⁶.

Estos informes contradictorios en apariencia se explicaron mediante resultados obtenidos por Bonde y Hyland, quienes descubrieron que “Aún cuando el agrimycin 100 controlaba la pudrición bacteriana, también interfería con la formación de la capa normal de peridermo que es necesaria para la resistencia contra los ataques de los hongos”⁸⁷.

Con relación al oxiclورو de cobre (**Tabla 3**, tratamiento 10) se presenta una fitotoxicidad marcada posiblemente debido a la inmersión de los esquejes en una solución al 10% de concentración de ingrediente activo (**Figura 5**). Esta situación puede estar relacionada con el contacto directo a una alta concentración de producto. Comparativamente el mismo tratamiento pero en “drench” (tratamiento 3), no produjo daños fisiológicos en las plantas tratadas.

Figura 5. Fitotoxicidad causada por el oxiclورو de cobre en esquejes de *Gypsophila paniculata*.



Con base en el anterior resultado y teniendo en cuenta las investigaciones realizadas por Cosmo⁸⁸, I. et al, Cox⁸⁹, J. y Santander⁹⁰, F. afirman que “en el

⁸⁶ PALENZUELA, Op cit., p. 49

⁸⁷ BONDE, R y HYLAND, F. Effects of antibiotics and fungicidal treatments on wound periderm formation, plant emergence, and yields by cut seed potatoes. Amer. Potato j. 1960, p. 37 : 279 – 288.

⁸⁸ COSMO, I., PIERI, G., GIONCHETTI, G. 1960. Investigations on foliar nutrition os vines. Riv. Vitic. Enol. 13:363-375.

manejo de productos a base de cobre donde encontraron que estos detenían el crecimiento de cultivos de parra causándoles fitotoxicidad”.

Así mismo, Moser citado por Palenzuela manifiesta que:

Una de las posibles explicaciones de este, puede obedecer a que estos productos tienen un uso amplio y no específico causando fitotoxicidad en los cultivos tratados. Los productos a base de cobre tienen un gran campo de acción en la agricultura para el control de microorganismos y afectan principalmente el proceso de respiración celular⁹¹

Southwick, y Childers, confirmaron que :

Los descubrimientos de otros investigadores en el sentido de que las aspersiones de cobre y en especial caldo bordeles, disminuyen la actividad fotosintética y la transpiración de las plantas tratadas llegando a la conclusión de que la influencia del caldo bordeles es sobre todo fisiológica⁹².

Las plántulas fueron susceptibles tanto al ingrediente activo como a las concentraciones utilizadas y a las combinaciones de productos, teniendo en cuenta que la oxitetraciclina fue el producto que mayor daño de fitotoxicidad causó a los esquejes en forma directamente proporcional a la cantidad de producto. y en combinación con estreptomycin al 5% y oxiclورو al 5% de concentración (**Tabla 2 y 3**).

Por el contrario, el oxiclورو de cobre al 10% aplicado en drench o regadera no presentó fitotoxicidad (**Figura 6**); sin embargo, en inmersión de los esquejes mostró una notoria fitotoxicidad, posiblemente debido al mayor tiempo de contacto con el producto.

⁸⁹ COX, J. How growth and yields of concord affected by DDT- Bordeaux mixtures. 1953, Agr. Chem. 8 (3):37-39, 151-154.

⁹⁰ SANTANDER, F. 2002. Modo y mecanismo de acción de los fungicidas. Surtegral S.A. San Juan De Pasto. 65 p.

⁹¹ PALENZUELA, J. "Efectos de los plaguicidas en la fisiología de frutas y hortalizas". México : Limusa 1984, p. 32 - 33, 40 - 61.

⁹² SOUTHWICK, F., CHILDERS, N. The influence of Bordeaux mixture on the rate of photosynthesis and Transpiration of apple leaves. 1940, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37:374.

Figura 6. Desarrollo normal de los esquejes cuyos tratamientos no produjeron fitotoxicidad.



Es muy probable que como lo ocurrido con las combinaciones de Oxitetraciclina y Estreptomina, se produzca fitotoxicidad debido a efectos sinérgicos producto de la formación de compuestos químicos derivados del Oxidocloruro de cobre que pueden causar necrosis de tejidos suculentos.

Según lo anterior, Palenzuela⁹³, encontró que “Utilizando productos con base en Azufre y Mercurio para el control de bacterias en Patata no causaban fitotoxicidad en algunas ocasiones y en otras sí; dependiendo de la forma de aplicación”...

El tratamiento 6 (**Tabla 2**) el cual contiene estreptomina y oxitetraciclina, en dosis de 5% de ingrediente activo no causó fitotoxicidad comparativamente con el tratamiento 12 (**Tabla 3**) que contiene los mismos productos y la diferencia está en la forma de aplicación.

⁹³ PALENZUELA, J. Op cit., p. 49

Rankin y Morgan, reportan que:

Obtuvieron una notable disminución de la cosecha de pepinos cuando aplicaron una mezcla de lindano (isomero de hexacloro ciclo hexano) y fungicidas de cobre para el control de antracnosis y el perforador de los frutos.

De la misma forma, estos autores afirman que cuando se aplicaron estos productos en forma independiente no produjeron disminución en el rendimiento y por tanto los problemas fitosanitarios causados por la mezcla no se presentaron⁹⁴.

3.1 DIAS A APARICIÓN DE SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

Como se mencionó en la metodología la siembra de los esquejes provenientes de plantas madres inoculadas con la bacteria se realizó doce días después de la inoculación y los primeros síntomas observados, se presentaron en promedio en todos los tratamientos a los 87.5 días después de la siembra de los esquejes. (Tabla 4)

De la misma forma y teniendo en cuenta el análisis de varianza (Anexo C), muestran que para esta variable no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, pero con base a los datos obtenidos en el número de semanas evaluadas se pudo observar la presencia de síntomas de la enfermedad en diferentes lapsos de tiempo (Tabla 4).

Tabla 4. Promedio de días a aparición de los primeros síntomas en *Gypsophila paniculata* después de la aplicación de los tratamientos.

TRAT	Promedio. Días	% plantas afectadas	S d
1	97.8	25	4.06
3	73.6	15.79	36.02
6	84.33	25	39.70
8	83.25	30	43.02
14	103	10	44.60
15	83	15	41.50
Media	87.5	20.13	

⁹⁴ RANKIN, H., MORGAN, L. The effect of lindane on cucumber yields when used with varius fungicides. 1959, Plant Dis. Rep. 43:70-71.

De acuerdo con la información de la **Tabla 4**, el testigo sin inoculación de la bacteria (tratamiento 14) presentó el mayor promedio de días a aparición de síntomas (103 días), aunque fue el menos uniforme en esta variable (sd 44,60) ya que solo una de las repeticiones mostró síntomas visuales de la bacteria, siendo el tratamiento que menos incidencia de la bacteria mostró hasta el final de la investigación, donde solo el 10% del material evaluado presentó síntomas visibles de la enfermedad.

Al observar los tratamientos que involucran solo estreptomycinina como ingrediente activo para el control de la enfermedad, encontramos que los tratamientos 1 y 8 tienen como ingrediente activo éste al 10%, con la variante de su forma de aplicación, para el primer caso, aplicado sobre la planta madre, antes de cosechar los esquejes.

Es así como difieren en los días a presentarse los primeros síntomas ya que en el tratamiento 14 se expresan a los 103 días y en el tratamiento 3 a los 73 días, siendo este en el que más rápido se observó el ataque de la bacteria, en un 15.79% del total de las plantas evaluadas, existiendo 30 días de diferencia en la aparición de síntomas entre estos dos tratamientos.

Con relación a esta misma variable el tratamiento 1 fue el segundo tratamiento en expresar la aparición de síntomas a los 97.8 días en un 30 % del material, siendo este tratamiento el más uniforme en la presentación de síntomas (sd 4.06), ya que estos se observaron en todas las repeticiones.

Con respecto al tratamiento 8 y de acuerdo con los registros de campo se observó que en dos de las cuatro repeticiones no se expresaron síntomas visibles de la enfermedad lo que conllevó a una mayor variabilidad (43.02) que en los tratamientos anteriores (Tabla 4)

De la misma forma, el tratamiento 6 (Estreptomycinina al 5 % más Oxidocloruro de Cobre al 5 %) fue el que presentó el tercer mayor promedio de días a aparición de síntomas con 84.33 días, con una cuarta parte del total de plantas afectadas (25%) y una alta variabilidad ocasionada por la ausencia de síntomas en una de las repeticiones (sd 39.70)

El testigo con la inoculación del patógeno (tratamiento 15) mostró los primeros síntomas de la enfermedad a los 83 días pero solamente en el 15% de las plantas evaluadas, establecidas solo en dos de las cuatro repeticiones, lo que sigue reflejando una alta variabilidad determinada por una desviación estándar de 41.50 (**Tabla 4**).

Al observar la tabla 4 se aprecia que hay un retraso de 30 días en la aparición de síntomas al comparar el tratamiento 3 con el tratamiento 14, también se presenta una diferencia de 20 días entre el testigo (tratamiento 14) y los tratamientos 8 y 15 (testigo con inoculación de la bacteria) y de 21 días con el tratamiento 6.

Aunque existe diferencia en los días a aparición de síntomas entre los tratamientos 14 y 1, esta no es muy amplia, solo está retrazada 5 días, lo que puede deberse a que posiblemente la estreptomina si haya tenido control sobre la bacteria durante un tiempo determinado.

También se presentan similares analogías al comparar tratamiento 1 (estreptomina al 10% en drench) y el tratamiento 3 (estreptomina al 5% mas oxiclورو de cobre al 5%) donde la diferencia entre estos es de 24 días a favor de la aplicación de tratamiento 1, donde se retrasa la aparición de síntomas de la enfermedad en ese número de días

El tratamiento 15 (Testigo sin control y con inoculación) comparativamente con el tratamiento 1 (estreptomina al 10%) presentó una diferencia de 14 días a favor de el tratamiento 1.

Este mismo testigo (T 15) presentó mayor número de días a aparición de síntomas que el tratamiento 3 (oxiclورو de cobre al 10%), lo que indica que es probable que la inoculación del patógeno bajo cualquier mecanismo no garantice necesariamente la presencia visible de los síntomas de la enfermedad.

Al comparar numéricamente los testigos (tratamientos 14 y 15) se observa que la inoculación de la bacteria disminuye el número de días a la aparición de los síntomas.

Los tratamientos 1 y 6 que contienen estreptomina, mostraron el 25 % de plantas afectadas, y el tratamiento 8 presentó el 30 % de plantas afectadas siendo estos los porcentajes más altos en todo el trabajo de investigación.

Es así como Fernández⁹⁵ et al, trabajando con *Erwinia carotovora* en plátano encontraron que “bajo condiciones controladas (de laboratorio) que la planta expresaba la presencia de la bacteria en diferentes lapsos de tiempo que iban desde 15 días a 4 meses después de la inoculación”.

Finalmente, con relación a los días de aparición de síntomas se encontró que es muy variable la expresión de estos en plantas de *Gypsophila paniculata*, aún

⁹⁵ FERNÁNDEZ, O. Pudrición acuosa del pseudotallo del plátano (*Mussa paradisiaca*) causada por una especie de *Erwinia*. CENICAFE (Colombia) : 1967, 18 (2): 39-46

bajo inoculación de la bacteria, por lo tanto partiendo de las pocas repeticiones sumado a que en muchas de las ellas no hubo presencia visual de síntomas, se procedió a promediar de acuerdo con el número de repeticiones donde se presentaron los síntomas. Esta variabilidad se debió posiblemente a algún efecto ambiental, de heridas cuando se iniciaron las cosechas del material de producción y del manejo o montaje de la investigación, las cuales no se pudieron determinar para garantizar las mismas condiciones entre repeticiones.

Así Fernández⁹⁶ encontró trabajando con la misma bacteria que a nivel de laboratorio en medios de cultivo y bajo condiciones controladas el patógeno tomaba en aparecer los primeros signos en medio de cultivo entre los 8 y 12 días después de realizada la siembra en ellos y el ciclo completo de ella se completó a los 62 días en promedio.

Así mismo, Arango, citado por Infoagro manifiesta que:

Es muy probable que la aplicación de estreptomicina requiera de mezclas que presenten un pH de 4 á 5 y en días poco soleados, preferiblemente en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, pues las aplicaciones en horas de baja radiación solar directa, evitan el contacto directo de los rayos ultravioleta con el sustrato que lo inactivarían para el control de la bacteria⁹⁷

Situación que pudo estar afectando la presente investigación ya que no se tuvo en cuenta el pH del vehículo a utilizar para la aplicación de los tratamientos.

3.2 INCIDENCIA DE LA BACTERIA.

En la **Tabla 5**, se observa que la incidencia del ataque de la bacteria *Erwinia herbicola* sobre esquejes de *Gypsophila paniculata* a las 8 semanas después de la aplicación de los tratamientos y siembra de los esquejes, oscila entre el 0 y el 10.52%. Es conveniente aclarar que para las semanas 8 y 9 después de la aplicación de los tratamientos (semanas donde se iniciaron los monitoreos) se obtuvieron los mismos datos, presentándose la misma incidencia sin adquirir ninguna variación y que por consiguiente los análisis de varianza muestran los mismos resultados (**Anexo D**).

De la misma forma y teniendo en cuenta los análisis de varianza (**Anexo D al H**), muestran que para esta variable no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, pero con base en el número de semanas evaluadas se presenta un incremento moderado de la incidencia en el tiempo (**Tabla 5**).

⁹⁶ FERNÁNDEZ, O. Op cit., p. 18 (2): 39-46

⁹⁷ INFOAGRO. Op cit., p. 2

Tabla 5. Porcentaje de incidencia de *Erwinia herbicola* en el tiempo después de la inoculación en plantas de *Gypsophila paniculata*

TRATAMIENTO N°	PORCENTAJE DE INCIDENCIA (%)						
	Semana Número						
	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0	0	0	0	15	25
3	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	15.78
6	5	5	5	5	5	15	25
8	5	5	5	10	20	25	30
14	0	0	0	0	0	0	10
15	5	5	5	5	10	10	15

En el análisis de la información (**Tabla 5**), se observa que a las 8 semanas después de la aplicación del tratamiento 1 (estreptomycina 10%) la incidencia de la bacteria era nula, y así se mantuvo hasta la semana 13 donde pasó al 15% de incidencia y posteriormente al 25% en la semana 14.

Lo anterior puede deberse a que el antibiótico presentó un efecto de control sobre la bacteria durante la semana 8 hasta la semana 13, y que después de este tiempo posiblemente el antibiótico perdió su efecto de control sobre la bacteria, la cual pudo desarrollarse induciendo síntomas en la plantas. Esto puede atribuirse a la pérdida de el antibiótico por lixiviación del producto a consecuencia de el riego o a que simplemente su poder inhibitorio se disipó en el tiempo, perdiendo sus características como antibiótico

Con relación al tratamiento 3 (Oxicloruro de cobre 10%) en la semana 8 se presentaron los primeros síntomas de la enfermedad con una incidencia del 10.52%, siendo el valor más alto para iniciar en todos los tratamientos. Pero así mismo este valor se mantuvo estable hasta la semana 13 y solo aumentó en un 5% aproximadamente en la semana 14. lo que mostró una alta incidencia durante casi toda la etapa del desarrollo del experimento (**Tabla 5**).

Arbeláez, manifiesta que “es importante mencionar que al quedar el sustrato completamente estéril cualquier contacto con un mínimo de inóculo puede disparar el ataque de la enfermedad ya que la bacteria no encuentra competencia y se desarrolla completamente⁹⁸”.

Aranzazú, afirma que “Hoy en día se sugieren controles de patógenos del suelo con la inoculación de suelos “vírgenes” o ricos en materia orgánica o en micorrizas que no permitan el establecimiento de patógenos fitófagos dañinos a la agricultura.

⁹⁸ ARBELÁEZ, G. Comunicación personal. Profesor Titular Fitopatología Universidad Nacional de Colombia sede Bogota : 2004,

Este control se hace por ocupación física del espacio por donde se inician los daños de los fitopatógenos⁹⁹.

La inmersión de los esquejes en estreptomycinina al 10% (Tratamiento 8) presentó desde la semana 10 hasta la semana 14 aumento progresivo de 5% cada semana iniciando en 5% de incidencia y finalizando en la semana 14 en 30% de incidencia. Lo que muestra que la bacteria fue colonizando tejidos de plantas nuevas en el tiempo (**Tabla 5**)

El testigo sin inoculación de la bacteria solamente presentó plantas afectadas en la semana 14 de evaluación con un 10% de ellas afectadas (**Tabla 5**). Es probable que la bacteria a pesar de hallarse presente en el medio no encontrara condiciones que faciliten su entrada a la planta, por lo que durante este periodo no fueron óptimas para el desarrollo del patógeno.

A este respecto Bernal, *et al*, determinaron que:

La temperatura óptima para el desarrollo del patógeno es de 25 °C en promedio, humedad relativa superior al 80% y requiere de agua líquida para poder germinar. Estas condiciones no se dieron siempre dentro del invernadero ya que como se registra en materiales y métodos las condiciones climáticas eran inferiores a las reportadas por los anteriores autores¹⁰⁰.

Así mismo el testigo con inoculación de la bacteria presentó una incidencia inicial del 5% siendo progresiva hasta el 15% en la semana 14 (**Tabla 5**). Estos valores pueden estar indicando que la bacteria como lo reportan Fernández, y Gafni citados por Infoagro¹⁰¹, que "requieren de una puerta de entrada para iniciar el daño. Esta afirmación se puede hacer debido a la comparación que se realiza con el testigo sin inoculación como se menciona anteriormente".

Con base en la información de la **Tabla 5** y los datos de campo se puede decir que en el tratamiento 1 (Estreptomycinina al 10% en forma de drench), la bacteria posiblemente fue controlada por el tratamiento, durante cierto tiempo, donde luego de perderse su beneficio fue colonizando tejidos cada vez que se hizo una herida en los esquejes para su penetración.

⁹⁹ ARANZAZU, F. Control de la llaga estrellada en cacao causada por *Rosellinia pepo*. *En* : Revista Agrocambio. Año 2 N° 3. 1996. p. 12-19

¹⁰⁰ BERNAL, L; FERNANDEZ, O. Pudrición acuosa del pseudotallo del plátano. Chinchiná. Centro Nacional de Investigación del café. CENICAFE. 4 p (Avances técnicos) N° 19 Feb 1984. p. 3

¹⁰¹ INFOAGRO. Op cit., p.2

La inmersión de esquejes en estreptomina al 10% (Tratamiento 8) presentó una mayor incidencia de la bacteria comparativamente con la aplicación de ella misma pero en “drench”. Esta situación indica que es probable que el producto solamente proteja momentáneamente el área en contacto y /o se lave por gravedad, en contraposición con la aplicación en “drench” que permite una posible inactivación de la bacteria en tejidos y suelo.

Una posible explicación de este aumento progresivo de la incidencia de la bacteria en los tejidos colonizados y nueva plantas puede estar dada por los trabajos realizados por Manulis, donde encontró que “la bacteria puede presentar algunas veces resistencia a los antibióticos de uso humano a nivel de laboratorio”¹⁰².

De la misma forma Fukusawa, K. citado por Mc Manus. *et al.* menciona que “***Erwinia carotovora* y *Erwinia amylovora*** presentan resistencia a la estreptomina. Ello se ha visto reflejado en las pérdidas económicas y grandes implicaciones políticas en Norteamérica debido al uso de antibióticos humanos en la agricultura que reportan tolerancia por parte de los patógenos a ellos”¹⁰³.

Levy, citado por Mc Manus *et al.*, argumenta que “La estreptomina ha sido el antibiótico de mayor uso en plantas de caducifolios para el control del fuego bacterial, pero también en ellos ha presentado inconsistencias en el control”¹⁰⁴.

El tratamiento 3 fue estable en su incidencia hasta la semana 13, donde presentó síntomas iniciales a los 73.6 días en promedio.

La combinación de estreptomina mas oxiclورو de cobre presentó una incidencia del 5% en la semana 10 lo que coincide con los 84 días en promedio de aparición de los primeros síntomas (**Tabla 4, 5**).

La inmersión de los esquejes en estreptomina al 10% presentó una incidencia progresiva a partir de la décima semana (**Tabla 5**) coincidente con la aparición de los primeros síntomas a los 83 días en promedio (**Tabla 4**).

Así mismo, cuando el testigo fue inoculado con la bacteria (tratamiento 15) ella inicio inmediatamente el proceso de colonización presentándose los primeros síntomas a los 41 días (**Tabla 4**) y colonizando cada vez mayor número de plantas lo que se refleja en los mayores porcentajes de la bacteria en el tiempo (**Tabla 5**)

¹⁰² MANULIS, S. Op cit.,

¹⁰³ MC MANUS. Op cit , p. 440

¹⁰⁴ Ibid., p. 442

Según Manulis. Citado por Infoagro¹⁰⁵, afirma que “La bacteria puede presentar resistencia a estos antibióticos”.

Aquí se puede afirmar que la estreptomina y el oxicluro de cobre no causaron ningún efecto de control sobre el patógeno al final del ciclo de la planta, debido probablemente a la influencia de factores externos como riego, temperatura, sustrato, humedad, que favorecen el ataque de la enfermedad, inactivando el beneficio del producto.

¹⁰⁵ INFOAGRO. Op cit., p. 2

CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el experimento, los tratamientos químicos que tenían como ingrediente activo oxitetraciclina no ofrecieron control curativo bajo ninguna de las concentraciones evaluadas.

Todos los tratamientos aplicados que constaron de Oxitetraciclina sola y combinada produjeron la muerte de los esquejes tratados.

Ninguno de los tratamientos utilizados presentó control total de la enfermedad bajo ninguna dosis y sistema de aplicación.

5. RECOMENDACIONES

Con base en la información recolectada y analizada en el presente trabajo de investigación, se recomienda:

Investigar dosis más bajas de todos los tratamientos que mostraron un control parcial de la enfermedad.

Investigar el comportamiento en campo de los esquejes producidos y seleccionados de plantas madres que estén siendo tratadas con estos tratamientos.

Probar tratamientos preventivos y curativos.

Realizar tratamientos antes y después de la inoculación bacteriana, y hacerlos periódicamente.

BIBLIOGRAFIA

AGRIOS, G. N. Plant pathology. Academic pres. San Diego - California: 1988, 803 p.

_____. Fitopatología. Limusa. 2 ed. México: 1995, 838 p.

ARANGO, M. Manual sobre el cultivo del crisantemo. Universidad Nacional de Colombia, Medellín : Promoción docente. 1999, 158 p.

_____. Cultivo de plantas ornamentales. Notas de clase. Universidad Nacional de Colombia, Medellín : 1998, 105 p.

_____. Floricultura y diversificación. Universidad Nacional de Colombia, Medellín : 1997, p. 20.

_____. *Gypsophila*. Cultivo de plantas ornamentales. Universidad Nacional de Colombia, Medellín : 2002, 61 p.

ARANZAZÚ, F. Control de la llaga estrellada en cacao causada por ***Rosellinia pepo***. En : Revista Agrocambio. Año 2 N° 3. 1996. p. 12-19

ARK, P., THOMPSON, J. Prevention of antibiotic injuri with Na-K-chlorophyllin. 1958, Plant. Dis. Rep. 42 : 1203 - 1205.

ARRAKIS. [En línea]. Junio 2002 [citado abr, 2004]. Disponible en Internet : <URL : <http://www.arrakis.es/~lluengo/microbio.html> >.

COLOMBIANFLOWERS. [En línea]. Febrero 2004 [citado abr, 2004]. Disponible en internet: URL http://www.colombianflowers.com/info/info_datosin.php.

ARBELÁEZ, G. Comunicación personal. Profesor Titular Fitopatología Universidad Nacional de Colombia sede Bogota : 2004,

ARMITAGE, A.M. Introduction To Floriculture-Speciality Cut Flower. 2 Ed. Academic Press, Inc., San Diego, California : 1992, p. 160-192.

ASOCIACION COLOBIANA DE EXPORTADORES DE FLORES. [En línea]. Colombia tierra de flores. abril 2004 [citado mayo, 2004]. Disponible en internet: Centro Nacional de Productividad:<URL:<http://www.asocolflores.com/datosdeinterés/bacte012.pdf>

BIOPLAGUICIDAS. *Streptomyces griseus* y *rimosus* [En línea]. Formato de archivo: PDF/Adobe Acrobat - Versión en HTML p 1. *Streptomyces griseus* y *rimosus* identificación del Ingrediente activo: estreptomycin, estreptomycin (sulfato ... nov. 1994 [citado feb, 2004]. Disponible en Internet:<URL: <http://www.bioplaguicidas.org/guiapla/bacte012.pdf>>.

BARBERA, C. *Pesticidas Agrícolas*. Omega. Barcelona : 1967, 330 p.

BIGRE. J., MURAND, J. THARAUND, M. *Patología de los Cultivos Florales y Ornamentales*. Versión española de Antonio Peña. Ediciones mundiprensa., Madrid : 1990, 233 p.

BERNAL, L., FERNANDEZ, O. Pudrición acuosa del pseudotallo del plátano. Chinchiná. Centro Nacional de Investigación del café. CENICAFE. 4 p (Avances técnicos) N° 19 Feb 1984. 4 p.

BONDE, R., HYLAND, F. Effects of antibiotic and fungicidal treatments on wound periderm formation, plant emergence, and yields produced by cut seed potatoes. *Amer. Potato j.* 1960, p. 37 : 279 – 288.

BERLIJN, J. et al. *Protección de Cultivos*. Manuales para Educación Agropecuaria. Trillas. 1999, 97 p.

CASTAÑO, J. *Prácticas de laboratorio de fitopatología*. Universidad de Caldas. Departamento de Fitotecnia. 2 ed. Manizales : 1998, 103 p.

COBEY, R. The effects of streptomycin on bean cotyledons in culture. *Plant physiol.* 35 (suppl.): xviii. 1960. 110 p.

COOKSEY, D.A. Galls of *Gypsophila Paniculata* caused by *Erwinia herbicola*. *Plant disease* 70(5): 464-468. 1986, 518 p.

CONLIN, K., McCARTER, S. Effectiveness of Selected Chemical in inhibiting *Pseudomonas Syringae* p.v *Tomato* in vitro and in controlling bacterial speck. 1983, *Plant disk* 67: 639-44

COSMO, I., PIERI, G., GIONCHETTI, G. Investigations on foliar nutrition os vines. 1960, *Riv. Vitic. Enol.* 13:363-375.

COSTA. J., MARGUERITIS, A., MARSICO, O. *Introducción a la Terapéutica Vegetal*. Centro Regional de Ayuda Técnica (AID). Buenos Aires : 1974, 533p.

COX, J. How growth and yields of concord affected by DDT- Bordeaux mixtures. 1953, *Agr. Chem.* 8 (3):37-39, 151-154.

CROSE, J. Prospects for the use of Bactericides for the control of bacterial diseases. Proc. 6th Br. Insectic. 1971, Conf. p. 694-05

DANZIGER (Dan flower farm). Gypsophila: cultivation practices in Israel. Moshav Mishmar hasiva, Israel. 1998, 71 p.

DYE, D.W; et al. International Standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and list of pathovar names and pathotypes strains. En :Revista. Plant. Pathol. 1980, 59:153-68.

FALCON FARMS DE COLOMBIA. Informes periódicos. 2002, 10 p.

FALCON FARMS DE COLOMBIA. Informes periódicos. 2003,15 p

FERNÁNDEZ, O. Pudrición acuosa del pseudotallo del plátano (*Musa paradisiaca*) causada por una especie de **Erwinia**. CENICAFE (Colombia) : 1967, 18 (2): 39-46

FINK, H. Potato seed-piece treatments. Phytopathology. 1958, p. 48:261.

GARCIA. A. Patología Vegetal Practica. Editorial Limusa. Wiley S.A, México : 1971, 156p

GONZALES, Z, A., BAÑON, S., FERNANDEZ.. Cultivos ornamentales para complementos de ramo de flor. Ediciones mundiprensa, Madrid : 1998, 228 p.

GOODMAN, R.N. The influence of antibiotics on plants and plant disease control. In Antibiotics: Their chemestriand Non-medical uses, ed.HS Goldberg, 1959, p. 322-448.

GOTO, M. TAKAHASKI, OKAJIMA, T., A Comparative study of *Erwinia milletiae* and *Erwinia herbicola*. Ann. Phytopath. Soc. Japan : 1980, 46:185-192

GUTIERREZ, G. Manual Práctico de botánica taxonómica. Universidad Nacional de Colombia. Medellín : 1984, 105 p.

INFOAGRO. El cultivo de la Gypsophila. [online]. Abril, 2002 [citado Oct, 2003]. Disponible en Internet <URL:<http://www.infoagro.com/flores/flores/gypsophila.htm>>.

KLISIEWICZ, J. Studies on the control of black rot on crucifers with antibiotics. Phytopathology . 1960, 50 : 642.

KUSEY, W., WEILER, T. Propagation of Gypsophila Paniculata from Cuttings or sciences. 1980, 15(1): 85-86p

LLACER, G., et al. Patología Vegetal Tomo1. Sociedad Española de Fitopatología. España : 2000, 695p

LEH. H. On the effects of magnesium and manganese ions on the Phitotoxic action of streptomycin z. Pflernahr. Dung. 1960, p. 88:211-221.

LEH, H.. Studies on the effect of a tetracycline derivative (reverin) on the development of several cultivated plants, with particular reference to their iron supply. Z. Pflernahr. Dung. 1961, 93:13-53.

MANULIS, S. Comunicación Internet. Dept. of Plant Pathology and Weed Research ARO, The Volcanic Center Bet Dagan. Israel : 2004, 50250,

Mc CAIN, A. H. Gypsophila Disease Control Guide . University of California : Agricultural extension. AXT-149. s.f. 2 p.

McCOY, R. Use of tetracycline antibiotics to control yellows diseases. Plant Dis. 66:539-42. 1982. 570 p.

MILLER, T.D, SCHROTH. Monitoring the epiphytic population of *Erwinia amylovora* on pear with selective medium. Phytopathology. 1972, 62:1175-1182

Mc MANUS, P. STOCKWELL, V., SUNDIN, G., JONES, A. Antibiotic Use In Plant Agriculture. Annu. Rev Phytopathol. 2002, 40:443-65

MORALES, G. Comunicación personal. ing. Agrónomo Falcon Farms. 2003,

NEUMANN, J. The effect of actinomycin D on lettuce seedlings and its differential uptake by roots and shoots. Plant Physiol. 1964, 17:363-370.

PALENZUELA, J. Efecto de los plaguicidas en la fisiología de las frutas y hortalizas. Nacional academia of Sciences. Ed LIMUSA. México : 1984, 128 p.

PHILIPS, R. Flores silvestres. Grafos, Barcelona, España : 1986, 207 p.

RAHAN. . Gypsophila. Plegable instructivo. Kibutz Rosh Hanikra. Galile, Israel : sf, 5 p.

RAMOS, I. Comunicación personal Ing. Agrónomo Falcon Farms. 2003.

RANKIN, H., MORGAN, L. The effect of lindane on cucumber yields when used with varius fungicides. 1959, Plant Dis. Rep. 43:70-71.

RAULSTON, J. et al. Gypsophila production in Florida. Gloekner & company Incorporated. Plegable instructivo. New York : s.f , 13 p.

ROSENE, H., JONES. 1955. Effects on antibiotics on water transport and growth in root tissues. *Plant Physiol.* 30: xvii.

RUTTEN, T. Provide balanced nutrition for high quality crops. *Flora Culture international*, Batavia, Illinois : Dec-1993, p. 20 -23.

SANTANDER, F. Modo y mecanismo de acción de los fungicidas. *Surtegral*. San Juan de Pasto : 2002, 65 p.

SEGAL, L. Consideraciones sobre el viento y el plástico de invernadero. *FloraCulture international*, Batavia Illinois. 1997 p. 26A

SOUTHWICK, F., CHILDERS, N. The influence of Bordeaux mixture on the rate of photosynthesis and Transpiration of apple leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37:374.

SWINGS, J., HAYWARD, A.C. *Taxonomy . Methods in phytobacteriology* . ed. Z. Klement, K. Rudolf. D.C. Sands. Budapest: Academia Kiadó. 1990, p. 125.

TAVERA, J.A. Iluminación Fotoperiódica con Alta Presión. Simposio Nacional del Río Negro (Ant), Colombia : 1993, 18 p.

WALKER, J. *Patología Vegetal*. Omega. Barcelona : 1965, 818 p.

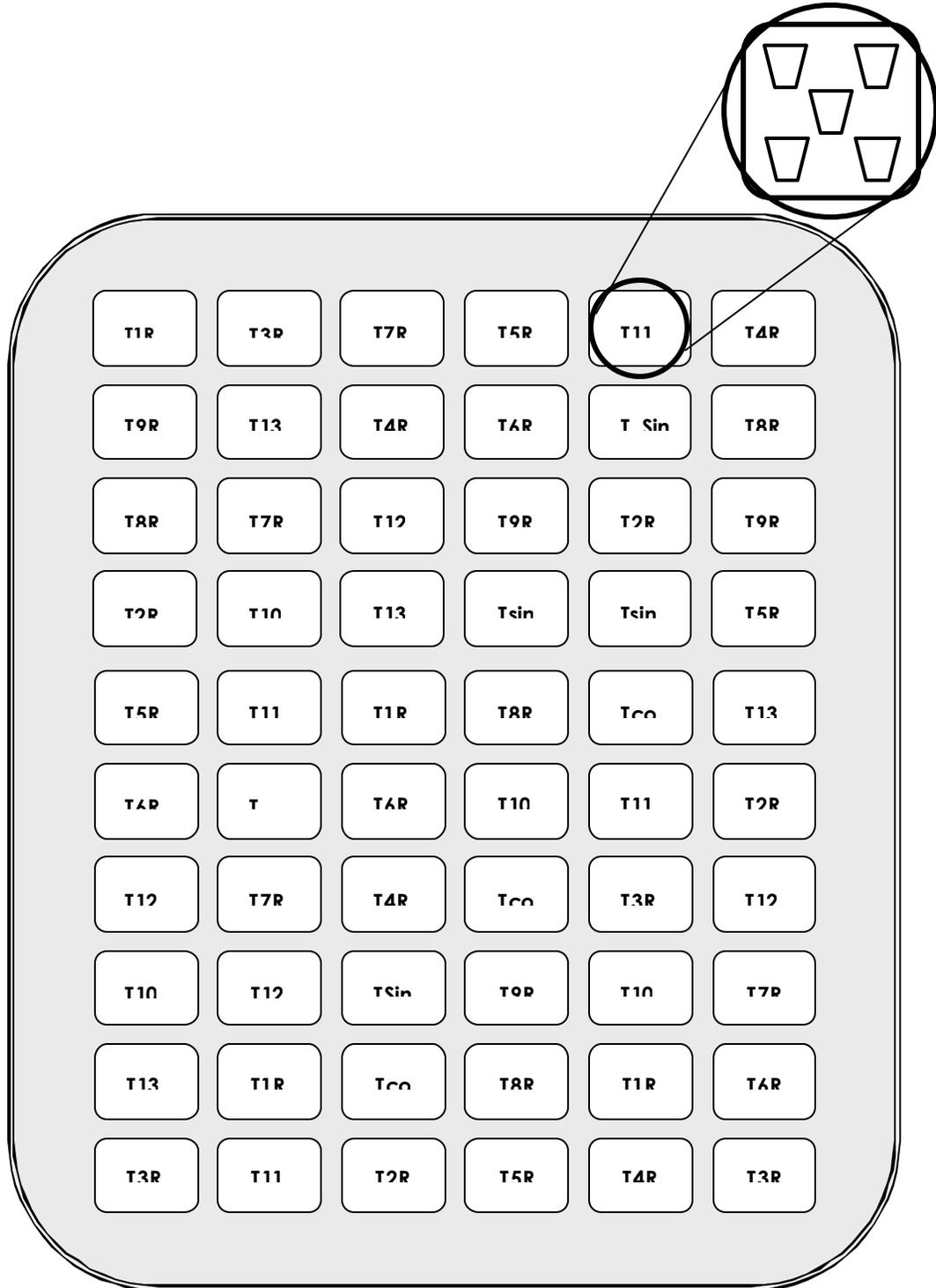
WOESE, C. Bacterial evolution. *Microbiol. Rev.* 51: 221-.71

YOUNG, J.M., DYE, D.W., BRADBURY, J.F., PANAGOPOLUS, C.G., ROBBS, C.F. The use of term "patovar" in the classification of plant pathogenic bacteria. *Plant Pathogenic Bacteria. Proc. Intn. Conf. Plant Pathog. Bact.* 5th, Angers: Inst. Nat. Rech. Agron. Vol. 1. 1978, p. 359 - 63

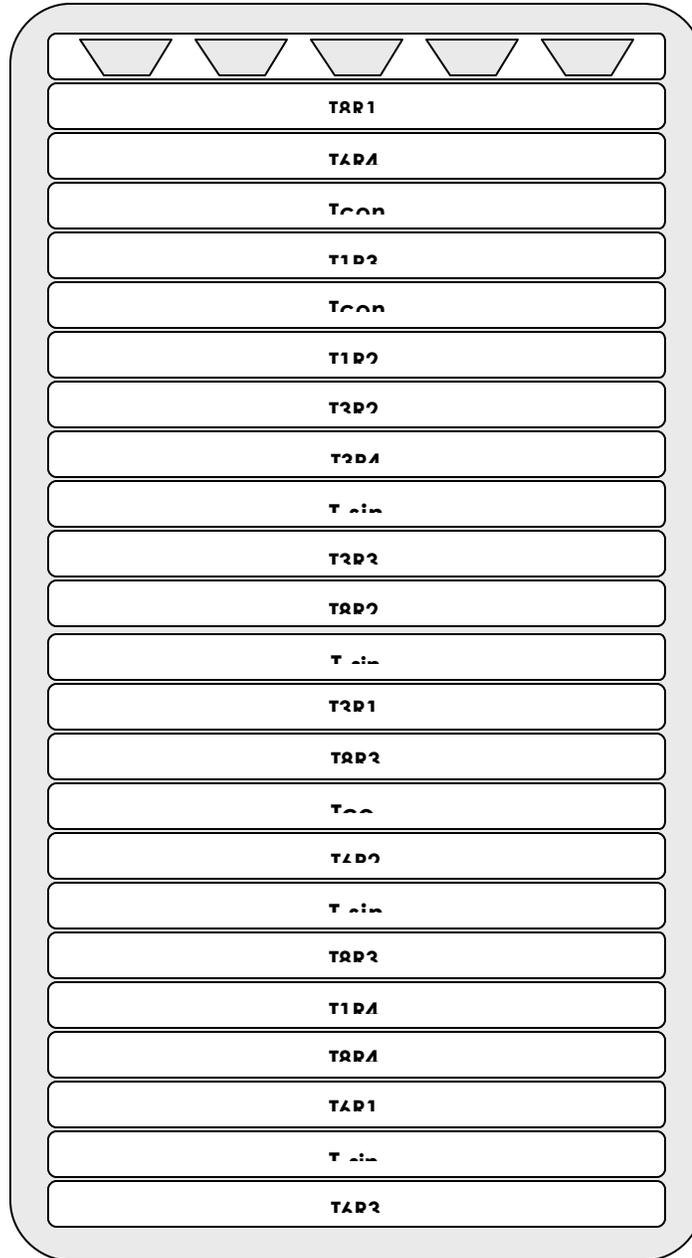
ZOHN, G. The interactions between streptomycin and various metal ions. A contribution to the mode of action of streptomycin in higher plants. *Naturwissenschaften*. 1962, p. 49:139.

ANEXOS

Anexo A. Mapa de campo en bancos de enraizamiento



Anexo B. Mapa de campo en bancos de plantas madre.



T = Tratamiento.

R = Repetición.

T sin = Testigo sin inoculación de la bacteria y sin control químico.

T con = Testigo con inoculación de la bacteria y sin control químico.

Anexo C. Análisis de variancia correspondiente a la variable de días a aparición de síntomas de la bacteria, después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.

F de variación	S. de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	FC	F. tabulado	
					0.01	0.05
tratamientos	145.198	5	29.0397	1.99 n.s.	4.25	2.77
Error	262.76	18	14.5976			
Total	407.961	23				

Anexo D. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria en las semanas 8, 9 y 10, después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.

F de variación	S. de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	FC	F. tabulado	
					0.01	0.05
tratamientos	42.506	5	8.5011	0.822 n.s.	4.25	2.77
Error	186.204	18	10.3447			
Total	228.710	23				

Anexo E. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria a las 11 semanas después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.

F de variación	S. de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	FC	F. tabulado	
tratamientos	58.283	5	11.6566	1.049 ns.	0.01	0.05
Error	200.099	18	11.1166		4.25	2.77
Total	258.382	23				

Anexo F. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria a las 12 semanas después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.

F de variación	S. de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	FC	F. tabulado	
					0.01	0.05
tratamientos	84.520	5	16.9041	1.195n.s.	4.25	2.77
Error	254.577	18	14.1432			
Total	339.097	23				

Anexo G. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria a las 13 semanas después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.

F de variación	S. de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	FC	F. tabulado	
					0.01	0.05
Tratamiento	88.675	5	17.7350	1.017n.s.	4.25	2.77
Error	313.797	18	17.4332			
Total	402.472	23				

Anexo H. Análisis de variancia correspondiente a la variable de Incidencia de la bacteria a las 14 semanas después de la aplicación del tratamiento químico a los esquejes.

F de variación	S. de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	FC	F. tabulado
					0.01 0.05
Tratamiento	21.595597	5	4.3019119	0.57.	0.7225
Error	1360112454	18	7.5661803		
Total	157.5208052	23			