

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**



**ETIOLOGÍA DE LA MARCHITEZ DE LA CLAVELLINA  
(*Dianthus chinensis* L.) EN AMATITLAN, GUATEMALA.**

**TESIS**

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de  
Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala

**POR**

**Sayda Eunice Corado Jiménez**

en el acto de investidura como

**INGENIERA AGRONOMA  
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**

En el grado académico de

**Licenciada**

Guatemala, noviembre de 2001

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**Ing. Agr. Efraín Medina Guerra**

**Junta Directiva de la Facultad de Agronomía**

**Decano:**

**Vocal I**

**Vocal II**

**Vocal III**

**Vocal IV**

**Vocal V**

**Secretario:**

**ING. AGR. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA**

**ING. AGR. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO**

**ING. AGR. MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE**

**ING. AGR. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ**

**PROF. ABELARDO CAAL ICH**

**BR. AXEL AURELIANO HERRERA PEREZ**

**ING. AGR. EDIL RENE RODRÍGUEZ QUEZADA**

Guatemala, noviembre de 2001.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

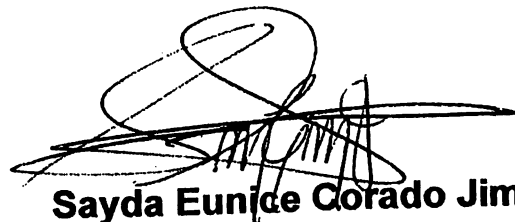
De la manera mas atenta y de acuerdo con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

**ETIOLOGÍA DE LA MARCHITEZ DE LA CLAVELLINA  
(*Dianthus chinensis* L.) EN AMATITLAN, GUATEMALA**

Presentado como requisito previo a optar al título de **Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola**, en el grado académico de **Licenciada**.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo,

Atentamente,



**Sayda Eunice Corado Jiménez**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

Dueño y Señor de mi vida a Él todo el honor y la gloria Gracias por Tu Misericordia infinita, porque sin Ti nada soy Señor.

**VIRGEN MARIA  
AUXILIADORA**

Gracias Virgencita por tus bendiciones y protección.

**MIS PADRES**

Blanca Lidia Jiménez de Corado y Marco Tulio Corado, a ustedes en especial dedico este triunfo con infinito agradecimiento y cariño. Gracias por estar a mi lado por apoyarme y comprenderme siempre, ustedes son los verdaderos merecedores de este triunfo que hoy he alcanzado que Dios les bendiga.

**MIS HERMANOS**

Marco Tulio, Boris Iván y Lidia Karina.

**MIS ABUELOS**

Flora Rodríguez y Francisco Jiménez Ramírez (†) Flores sobre su tumba mi agradecimiento eterno por su cariño, apoyo y sabias enseñanzas.

**MI TIA**

Julia Alcira Jiménez de Avila como muestra de cariño y agradecimiento

**MIS PRIMOS**

Luis Alberto y Hugo Leonel Avila Jiménez como estímulo para alcanzar todas las metas con fines de superación.

## **TESIS QUE DEDICO**

**A:**

**GUATEMALA**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Agronomía**

**Empresa Jardines Mil Flores S.A.**

**Mis grandes e inolvidables amigos quienes han sido los mejores regalos en todo el transcurso de mi carrera, que nuestra amistad perdure por siempre: Marlon Dávila, Emerson Herrera, Lauro Portillo, Wuenseslao Roblero, Honder Martínez, Luciano San Juan, Fredy Bolaños, Omar Gudiel, Estuardo López, Ricardo Rivera, Oscar Herrera, Daniel Sandoval, Byron González, Sandra Guzmán, Giovanni López, Manuel Velásquez, Germán González, Juan Carlos, Juan José, José Calderón, Armando Urrutia. A todos y cada uno de ellos infinitas gracias por su cariño, apoyo y comprensión.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A:**

Mi asesor Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela, por su valiosa colaboración, confianza y orientación en la realización de esta tesis.

Ing. Agr. Emerson Herrera por su gran apoyo y comprensión.

Ing Agr. Guillermo Méndez e Ing. Agr. Omar Samayoa por su colaboración.

Al personal profesional y de campo de la empresa Jardines Mil Flores S.A. especialmente al Ing. Agr. Edwin Spross porque con su apoyo y confianza permitió el inicio y la culminación de este trabajo.

Licda Karla Tay, por su orientación y aporte científico.

Mis colaboradores y grandes amigos Delia Gil, Yolanda Ferguson, Magaly Luna, Patty Cabrera, don Maquito y Vinicio Méndez por sus sabias enseñanzas.

# CONTENIDO

	Página
Indice de Figuras	iv
Indice de Cuadros	iv
<b>RESUMEN</b>	v
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b>	2
<b>3. MARCO TEORICO</b>	3
<b>3.1 MARCO CONCEPTUAL</b>	3
3.1.1 Etiología	3
3.1.2 Enfermedades en las plantas	3
3.1.2.1 Síntomas	4
3.1.2.2 Síntomas producidos por hongos	4
3.1.2.3 Signo	5
3.1.2.4 Severidad	5
3.1.2.5 Incidencia	5
3.1.2.6 Postulados de Koch	5
3.1.3 Marchitamientos Vasculares	6
3.1.4 <i>Fusarium sp.</i>	6
3.1.4.1 <i>Fusarium roseum</i>	7
3.1.4.2 <i>Fusarium oxysporum</i>	8
3.1.4.3. Enfermedades de la flor	6
3.1.5 Marchitamientos por Rhizoctonia	9
3.1.6 Descripción de la Clavellina	10
3.1.6.1 Clasificación taxonómica	10
3.1.6.2 Enfermedades	10
3.1.6.3 Enfermedades del follaje	11
3.1.6.3.1 Ojo de gallo ( <i>Heterosporium echinulatum</i> )	11
3.1.6.3.2 <i>Alternaria (Alternaria dianthi)</i>	11
3.1.6.3.3 Roya ( <i>Uromyces sp.</i> )	12
3.1.6.4 Enfermedades del tallo	12

3.1.6.4.1	Maya de la Clavellina ( <i>Fusarium roseum</i> )	12
3.1.6.4.2	Prodredumbre del cuello de la raíz ( <i>Fusarium roseum</i> )	12
3.1.6.4.3	Rhizoctonia sp.	12
3.1.6.5	Enfermedades de la flor	12
3.1.6.5.1	Botrytis ( <i>Botrytis cinerea</i> )	12
3.2	Marco Referencial	13
3.2.1	Ubicación geográfica	
3.2.1.2	Suelos	13
3.2.1.3	Clima	13
4.	OBJETIVOS	15
5.	METODOLOGÍA	16
5.1	Primera fase de campo	16
5.2	Fase de laboratorio	16
5.2.1	Análisis microscópico	16
5.2.2	Análisis microscópico	16
5.2.3	Siembra de tejido de las plantas en medios de cultivo	17
5.2.4	Aislamiento de cultivos puros	17
5.2.5	Pruebas de patogenicidad	17
5.2.5.1	Preparación del inóculo de <i>Fusarium sp.</i>	17
5.2.5.2	Preparación del inóculo de <i>Rhizoctonia sp.</i>	17
5.2.5.3	Preparación del inóculo de la combinación de <i>Fusarium sp.</i> y <i>Rhizoctonia sp.</i>	18
5.3	Preparación de las plantas para la prueba de Patogenicidad (inoculación)	18
5.3.1	Condiciones de los invernaderos	18
5.3.2	Etapas de desarrollo vegetativo	18
5.3.3	Inoculación	18
5.4	Determinación de la incidencia de la	

enfermedad	19
5.5 Determinación de severidad de la enfermedad	19
5.6 Análisis de la información	19
5.6.1 Determinación de los agentes causales	19
5.6.2 Caracterización de los síntomas	19
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>20</b>
6.1 Determinación de los agentes causales	20
6.2 Caracterización de los síntomas de <i>Fusarium sp.</i>	20
6.2.1 Incidencia	22
6.2.2 Mortandad	22
6.2.3 Severidad	22
6.3 Caracterización de los síntomas de <i>Rhizoctonia sp.</i>	23
6.3.1 Incidencia	24
6.3.2 Mortandad	24
6.3.3 Severidad	24
6.4 Caracterización de los síntomas de la combinación de <i>Fusarium sp.</i> y <i>Rhizoctonia sp.</i>	26
6.4.1 Incidencia	27
6.4.2 Mortandad	27
6.4.3 Severidad	27
6.5 Testigo absoluto	28
<b>7 CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>8. RECOMENDACIONES</b>	<b>31</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>32</b>
<b>10. APÉNDICE</b>	<b>34</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura	Página
1 Secuencia de síntomas producidos por <i>Fusarium sp.</i>	21
2 Microconidias de <i>Fusarium sp.</i>	21
3 Clamidiosporas y macroconidias de <i>Fusarium sp.</i>	21
4 Secuencia de síntomas provocados por <i>Rhizoctonia sp.</i>	23
5 Estructura de <i>Rhizoctonia sp.</i>	24
6 Síntomas provocados por la combinación de <i>Fusarium sp.</i>	26
7 Plantas sanas del testigo absoluto.	28
8 Diagrama del acceso a la empresa Jardines Mil Flores S.A.	35
9 Distribución de los tratamientos	36

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro	Página
1 Comparación del efecto de los patógenos <i>Fusarium sp.</i> y <i>Rhizoctonia sp.</i> solos y combinados versus el testigo absoluto.	29

## ETIOLOGÍA DE LA MARCHITEZ DE CLAVELLINA (*Dianthus chinensis* L.) EN AMATITLAN, GUATEMALA

### ETIOLOGY OF CLAVELLINA'S (*Dianthus chinensis* L.) WITHERNES IN AMATITLAN, GUATEMALA

#### Resumen

La empresa Jardines Mil Flores S.A. ubicada en el municipio de Amatitlán Guatemala, se dedica a la producción de semilla híbrida destinada a la exportación, siendo la Clavellina (*Dianthus chinensis* L.) el segundo cultivo de importancia para la empresa.

Desde 1988 el cultivo ha sido afectado por una enfermedad que se presenta como marchitez lo cual se ha manifestado en la disminución de la cantidad y calidad de semilla <sup>a/</sup> por lo que el objetivo de la presente investigación fue la determinación de los agentes causales que incitan la enfermedad.

Por medio de la ejecución de los postulados de Koch se logró la determinación de los agentes causales involucrados siendo los hongos de los géneros *Fusarium* sp y *Rhizoctonia* sp., posteriormente se caracterizaron los síntomas de estos en forma individual y combinada, así mismo se determinó la incidencia, severidad en función del impacto en la calidad de la semilla y porcentaje de mortandad que dichos agentes causales provocan en el cultivo.

En forma individual *Fusarium* sp. se caracterizó por provocar marchitez unilateral, con incidencia del 100% , severidad de 72% en la germinación de la semilla y mortandad de 26% de las plantas.

*Rhizoctonia* sp. se caracterizó por provocar marchitez general con incidencia del 80%, severidad del 78% en la germinación de semilla y de mortandad de 15% de las plantas.

---

<sup>a/</sup> ALVAREZ J. 2000 Control fitosanitario

Amatitlán, Guatemala. Empresa Jardines Mil Flores S.A. ( comunicación personal)

Mientras que la combinación de los patógenos se caracterizo por decaimiento general de la planta y marchitez unilateral con 100% de incidencia y severidad de 60% en la germinación de semilla y mortandad de 34% de las plantas.

En base al presente estudio se determino que ambos patógenos ya sea en forma individual o combinados son los responsables de la marchitez de la clavellina y debido a la disminución en el rendimiento de semilla que estos provocan, se tienen perdidas promedio de US \$11.00 – US \$ 14.00 por planta (11).

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de Clavellina (*Dianthus chinensis L.*) es uno de los más importantes en la empresa Jardines Mil Flores S.A. dado a que se destina para la producción de semilla híbrida, para exportación, siendo su principal mercado los Estados Unidos de Norte América.

Desde 1988 el rendimiento y calidad de semilla de éste cultivo ha sido seriamente afectado por una enfermedad la cual se manifiesta como una marchitez vascular, causando la muerte de las plantas; hasta la fecha no se había determinado cuales eran los agentes causales.

El estudio se realizó en los invernaderos de producción del cultivo y en los laboratorios de fitopatología de la empresa Jardines mil Flores S.A. de noviembre 2,000 a abril de 2001. Determinándose que los agentes causales de dicha enfermedad son los hongos pertenecientes a los géneros *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, así mismo se caracterizaron los síntomas, se determino la incidencia, severidad, y el porcentaje de mortandad provocado por los agentes causales en forma individual y combinados.

El mayor grado de incidencia, severidad y mortandad es causado por la combinación de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*; síntomas manifestados por la mayoría de las plantas de y caracterizado por marchitez unilateral. Así mismo la combinación de éstos provocan las mayores perdidas en la producción con valores estas entre US11.00 – US19.000 por planta (11).

En forma individual *Fusarium sp.*, se caracterizó por síntomas de marchitez unilateral, mayor grado de incidencia, severidad y mortandad comparado con *Rhizoctonia sp.*, por lo cual este patógeno es el agente causal de mas importancia.

*Rhizoctonia sp.*, en forma individual se caracterizo por síntomas de marchitez general con menor grado de incidencia, severidad y mortandad que *Fusarium sp.* Ambos patógenos en forma individual causan perdidas de US \$10.00 – US \$11.00 por planta.

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Una de las enfermedades presentes en los invernaderos de producción de semilla híbrida de Clavellina en la empresa Jardines Mil Flores S.A. en el municipio de Amatitlán departamento de Guatemala, es la marchitez de Clavellina (*Dianthus chinensis L.*). Dicha enfermedad dio inicio dentro de los invernaderos de la empresa en 1,988 manifestándose especialmente en el periodo de floración como una enfermedad devastadora que provoca la muerte de las plantas en cualquier época del año, llegando a tener una incidencia del 100% y provocando perdidas en algunos casos hasta del 90% en la producción de semilla. Debido a las perdidas ocasionadas se realizaron estudios para conocer el origen de la enfermedad pero no se llego a identificar la causa de la misma. Por la gravedad del problema se tomaron medidas de control como nuevos planes de fumigación, tratamientos químicos al suelo y tratamientos a la semilla.

Hasta la realización del estudio no habían sido identificados los agentes causales de la marchitez del cultivo de la Clavellina, por lo que se plantea que al haber sido determinados los agentes causales se tendrán bases de conocimientos para poder formular los métodos mas adecuados y eficaces para el manejo de la enfermedad del cultivo.

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1 MARCO CONCEPTUAL**

##### **3.1.1 Etiología**

Básicamente esta palabra en su significado describe que tiene por objeto estudiar las causas de las enfermedades (8,17). En Agronomía se define como parte de la sanidad vegetal que tiene como objetivo el determinar científicamente las causas, bióticas o abióticas, que producen enfermedades en plantas, las cuales hacen reducir el crecimiento y desarrollo de los cultivos en producción (2).

##### **3.1.2 Enfermedades en las plantas**

La salud de las plantas es vital para un adecuado crecimiento y desarrollo, aunque muchas veces se ven mermados por factores abióticos como las condiciones ambientales, y los factores bióticos (4,7).

Dentro de estos agentes se encuentran los fitopatógenos, los cuales producen enfermedades en las plantas tal y como aparecen en los humanos y animales, aunque los microorganismos que las producen en su mayoría no son los mismos que los afectan (2, 10, 12).

La ciencia encargada de las enfermedades en plantas es llamada fitopatología, la cual estudia a los organismos y las condiciones del medio ambiente que ocasionan las enfermedades, tales como temperatura, humedad, radiación solar, etc., los procesos mediante los cuales estos factores en interacción producen enfermedades, así como las interacciones que son establecidas entre el organismo u organismos que ocasionan la enfermedad y la planta enferma, y finalmente, los medios adecuados para prevenir las enfermedades, con el propósito de disminuir el daño que ocasionan o para efectuar su control antes y/o después que se desarrollen las plantas. Así mismo, esta ciencia es la encargada también de desarrollar métodos de control para todas las enfermedades de plantas (2).

A los organismos que viven en otros durante parte o toda su vida, obteniendo su alimento del organismo hospedero sin beneficiario de alguna manera, se le conoce por lo general como Parásito, (10) y muchos de estos parásitos, son organismos que producen

enfermedades, a los cuales se les puede llamar Patógenos o fitopatógenos para el presente caso. Estos parásitos incluyen a otras plantas, nemátodos, virus, viroides, protozoarios, micoplasmas, hongos, bacterias, etc (2).

Estos parásitos pueden ser diseminados a través del viento, insectos, aves, agua, etc., y por el mismo hombre en sus labores agrícolas (2).

Agrios (2) define a la infección como el proceso mediante el cual los patógenos entran en contacto con las células o tejidos susceptibles de un hospedero y en el que se producen nutrientes suficientes para ambos, dentro de este proceso de infección, los patógenos se desarrollan y/o reproducen dentro de los tejidos de las plantas, a las cuales invaden en forma variable.

### **3.1.2.1 Síntomas**

Son los rasgos característicos de la presencia de alguna deficiencia o patógeno que produce alguna enfermedad en las plantas. Los síntomas de una enfermedad comprenden el conjunto de cambios e invisibles que se manifiestan en la apariencia y funciones de las plantas infectadas (2,10).

Estos síntomas pueden cambiar constantemente desde el mismo momento de la aparición en la planta, hasta la muerte de la misma, así como también pueden desarrollarse hasta un nivel y mantenerse en ese mismo sin cambios evidentes durante la estación de crecimiento y desarrollo.

En la mayoría de las enfermedades de las plantas, los síntomas aparecen en el transcurso de unos cuantos días o semanas después de haber sucedido la inoculación del patógeno (2, 10,14).

Al tiempo comprendido entre la inoculación (contacto entre el patógeno y el hospedero) y la aparición de los síntomas de la enfermedad, se le conoce como período de incubación (2).

### **3.1.2.2 Síntomas producidos por hongos.**

Los hongos producen diferentes tipos de síntomas a sus plantas hospedera, siendo las más comunes las manchas foliares, tizones (quemadas), cánceres, ahogamientos, antracnosis, sarna o roña y pudriciones de la raíz, pudriciones basales del tallo y pudriciones blandas y secas. Las cuales incluyen la desintegración o pudrición de todo o parte del sistema radicular, desintegración de la parte inferior del tallo y maceración o

desintegración de frutos, raíces bulbos tubérculos y hojas carnosas de las plantas, con respecto a las pudriciones. Estos síntomas están enmarcados en lo que se conocen como síntomas necróticos (2) .

### **3.1.2.3 Signo**

Patógeno o sus partes o productos que se observan sobre una planta hospedante (2).

### **3.1.2.4 Severidad**

Proporción del área o cantidad de tejidos de la planta que esta enferma (2).

### **3.1.2.5 Incidencia**

Número o proporción de plantas enfermas (2).

### **3.1.2.6 Postulados de Koch**

Robert Koch realizó varios experimentos aislando los bacilos del ántrax y tuberculosis en humanos, identificando así mismo al agente causal del cólera asiático. Sus logros e investigaciones lo llevaron a recibir el premio Nobel de Medicina en 1905. Dentro de sus aportes al estudio de microorganismos desarrolló técnicas de gran eficacia o para el cultivo de los mismos, formulando también las reglas para la identificación del agente causal asociado a cualquier enfermedad conociéndose hoy como los Postulados de Koch (2).

Cuando un patógeno se encuentra en una planta enferma. Se puede identificar por manuales especiales; en caso que sea conocido o descrito anteriormente y su diagnostico no tiene interferencia de otros organismos, entonces puede ser considerado finalizado el diagnostico. En caso contrario, si el patógeno encontrado parece ser la causa de la enfermedad, pero no existen reportes previos que justifiquen su existencia, entonces es donde reside la aplicabilidad de los postulados de Koch, los cuales verifican la hipótesis que el patógeno aislado es la causa de la enfermedad, siendo los siguientes pasos: (2, 17).

1. El patógeno encontrado debe estar asociado con la enfermedad en todas las plantas enfermas examinadas.
2. El patógeno debe ser aislado y propagado en medios de cultivo puro y sus características de un parásito no obligado o si fuera propagado en una planta

susceptible (parásito obligado), así como de apariencia y efectos deben ser recopilados en bitácoras.

3. El patógeno del medio de cultivo puro debe ser inoculado en plantas sanas de la misma especie o variedad en donde aparece la enfermedad y debe de producir los mismos síntomas de enfermedad en las plantas inoculados.
4. El patógeno debe ser aislado en cultivo puro de nuevo y sus características deben ser exactamente iguales

Si todos los postulados o reglas anteriores fueron seguidos y probaron la verdad, entonces el patógeno aislado es identificado como el organismo responsable de dicha enfermedad (2).

### 3.1.3 Marchitamientos vasculares

Los marchitamientos vasculares son enfermedades que se encuentran ampliamente distribuidas y son muy destructivas, ya que se manifiestan en un marchitamiento más o menos rápido, empardecimiento y muerte de las hojas y vástagos suculentos de algunas plantas, lo cual da como resultado la muerte de estas últimas. Los marchitamientos se deben a la presencia y actividades del patógeno en los tejidos vasculares xilémicos de las planta. En pocas semanas el patógeno puede ocasionar la muerte de las plantas completas o de sus órganos que se localizan por arriba del punto invasión vascular, el patógeno continúa propagándose internamente en forma de micelio o conidios a través de los vasos xilématicos hasta que muere toda la planta. En tanto la planta infectada continúe viviendo, el hongo que produce los marchitamientos vasculares se limita a los tejidos vasculares (xilema) y algunas células circunvecinas y nunca sale a la superficie de la planta, incluso tampoco produce esporas. Sólo cuando la enfermedad ocasiona la muerte de una planta infectada, el hongo se propaga hacia otros tejidos y esporula en la planta muerta o sobre la superficie de ésta (2).

### 3.1.4 *Fusarium* sp.

Las enfermedades provocadas por *Fusarium* afecta y ocasiona pérdidas considerables en la mayoría de las flores y otros cultivos, los marchitamientos causados por *Fusarium* se ven favorecidos ampliamente por las condiciones ambientales y del suelo de los invernaderos. En general ese género tiene como característica que las hojas de las

plantas infectadas o de partes de plantas infectadas pierden su turgencia, se debilitan adquieren, una tonalidad que va del verde claro al amarillo verdoso, decaen y finalmente se marchitan, se tornan amarillas, empardecen y mueren. Las hojas marchitas pueden estar extendidas o bien enrollarse. Los retoños tiernos y jóvenes también se marchitan y mueren. Los cortes transversales que hacen de tallos y ramitas infectados muestran varias zonas cafés decoloradas dispuestas en forma de anillo completo o interrumpido que consta de tejidos vasculares decolorados. En los vasos xilématicos de tallos, raíces y otros órganos infectados, puede haber micelio y esporas del hongo. Algunos de los vasos xilématicos son obstruidos por el micelio, las esporas o bien los polisacáridos que produce el hongo. Los marchitamientos vasculares están entre las enfermedades más difíciles de controlar. El hecho de que una sola infección de una sola planta por una espora es suficiente para introducir al patógeno en ella, en la que se desarrolla y propaga internamente.

La mayoría de los hongos de este género que producen marchitamientos vasculares pertenecen a la especie *Fusarium oxysporum* (2,9,14).

Las principales especies de *Fusarium* que atacan el cultivo de Clavellina son las siguientes (9).

#### 3.1.4.1 *Fusarium roseum*

Es bastante común causando problemas en el tallo principalmente en lugares de mucha humedad y puede matar completamente la planta (2).

En una planta adulta que aparenta estar sana en el tallo a nivel del nudo, aparece una mancha rosácea con el centro blanco y un poco amarillento. La ramificación superior se dobla y luego se muere. Si el problema agrava se muere toda la planta, es común ver tallos florales con la parte superior caída y amarillenta (2, 9).

Se transmite por medio de las esporas presentes por todo el invernadero, y se transmiten con herramientas o manipuleo en las labores de mantenimiento de la plantación (1,9).

*Fusarium roseum* también causa problemas en el cuello de la raíz, ataca la planta a cualquier edad, principalmente cuando hay exceso de humedad a la altura del cuello (9,10).

La apariencia de una planta atacada por esta enfermedad es semejante a la de una planta atacada con *Fusarium oxysporium*. Sin embargo, en el cuello se observan fácilmente unas motitas algodonadas color rosado, además, se observa cierto estrangulamiento del cuello con una pudrición, provocando finalmente la muerte de la planta (2, 9).

#### 3.1.4.2 *Fusarium oxysporum*

Actualmente en el mundo es la enfermedad mas grave de la clavellina. Su ataque depende del grado de contaminación del suelo y de la susceptibilidad de las variedades (9). Los síntomas aparecen tanto sobre las plantas jóvenes, como sobre las plantas adultas, en una planta afectada inicialmente aparecen hijos marchitos, en el cuello se nota una coloración de café, aunque el resto parece estar sano. Uno o varios tallos vecinos pueden presentar una coloración gris, después caen, y otros tallos son atacados hasta que finalmente la planta muere, tomando color paja. Después brotan nuevos hijos verdes y muy débiles en la base de la planta, reacción característica de clavellina con esta enfermedad, para luego morir por completo (2,9).

Un corte del tallo muestra a simple vista un ennegrecimiento en las haces vasculares. En el microscopio se ve que estos se obstruyen por el hongo, no dejando pasar el agua vía xilema (2,10).

Se transmite principalmente por medio de agua de escorrentía y el suelo, puede vivir en el suelo por 17 años hasta una profundidad de 70 cm. y avanza por el tallo, destruyendo los tejidos. Requiere de temperaturas altas y pH bajos. Se desarrolla más rápidamente cuando falta calcio en el suelo (9).

El micelio es incoloro al principio, pero conforme madura adquiere un color crema o amarillo pálido y bajo ciertas condiciones adquiere una tonalidad rosa pálido o algo púrpura. Este patógeno produce tres tipos de esporas asexuales Microconidios que tienen de una o dos células y son las esporas que el hongo produce con una mas frecuencia y en mayor abundancia en todas las condiciones. Son las esporas que el hongo forma con mayor frecuencia en el interior de los vasos de las plantas hospedantes que ha infectado. Macroconidios que son las esporas típicas de *Fusarium* están constituidos de 3 a 5 células, se adelgazan gradualmente y se encorvan hacia ambos extremos. Aparecen con gran frecuencia sobre la superficie de plantas que han sido destruidas por el patógeno y por lo

común se forman en grupos similares a los esporodoquios. El último tipo de espora son las clamidiosporas, que están constituidas por una o dos células son de pared gruesa y son esporas redondas que se forman terminal o intercaladamente en el micelio más viejo o en los macroconidios del hongo. Estos tres tipos de esporas se forman en los cultivos del hongo (2,15).

La obstrucción de los vasos por el micelio, esporas, geles, gomas, así como la presión que ejerce la proliferación de las células parenquimatosas adyacentes se deba la alteración en la economía del agua de las plantas infectadas. Cuando el volumen de agua disponible para las hojas es inferior al mínimo requerido para su funcionamiento, los estomas se cierran, las hojas se marchitan y mueren y como consecuencia muere el resto de la planta. El hongo invade entonces en gran escala a los tejidos parenquimatosos de la planta, llega a la superficie de los tejidos muertos y ahí esporula profusamente. Las esporas son diseminadas hacia nuevas plantas o áreas por medio del viento, el agua y otros factores.

### 3.1.5 Marchitamientos por *Rhizoctonia*

Estas enfermedades ocurren en todo el mundo y producen pérdidas en la mayoría de las plantas anuales, incluyendo las malas hierbas, casi todas las plantas florales los síntomas de la enfermedades por *Rhizoctonia* pueden variar en los diferentes cultivos e incluso en una misma planta hospedera, dependiendo de la etapa de crecimiento por la que pase la planta en el momento en que es infectada y de las condiciones ambientales predominantes (2,10).

*Rhizoctonia en Clavellina* ataca principalmente en los primeros días de plantación, el hongo se favorece con alta temperatura, y vive en el suelo. También ataca plantaciones adultas con problemas de mal drenaje y altas temperaturas (2,9).

Es común observar ataques severos en aquellos invernaderos donde se realizan las siembras sin techar y luego el cultivo es sometido a mucha humedad relativa al techarlo, causando muchas pérdidas esta enfermedad (9). Al ser atacada la planta se pone de color verde grisáceo y toma un aspecto de flacidez hasta que se marchitan completamente. Generalmente al arrancar la planta se separa fácilmente el sistema radicular del cuello de la planta, donde se nota una pudrición (2, 9).

Se transmite por el suelo, con el agua de escorrentía (principalmente en plantas jóvenes) y por herramientas (9).

En el género *Rhizoctonia* sp. las estructuras mas relevantes observadas fueron células largas y ramificadas que crecen casi en ángulos rectos. Agrios reporta (2) Las características de la ramificación de *Rhizoctonia* comúnmente son los únicos medios disponibles para identificar al hongo como *Rhizoctonia*.

### 3.1.6 Descripción general de la Clavellina

La clavellina es una planta ornamental de crecimiento anual que en los trópicos se comporta de forma perenne, de la familia de las Cariofiláceas, originaria de regiones mediterráneas de Europa, las plantas alcanzan de 30 a 40 cm de altura con tallos erectos y hojas lanceoladas.

Produce flores pequeñas presentándose en ramilletes, en colores blanco, rojo, rosado, salmón y otros, tiene olor fragante y gran utilidad en ornamentación (9, 14).

Germina de 5 a 10 días obteniéndose un promedio del 70% al 90% de germinación normal cuando la temperatura del suelo se encuentra a 21°C (9).

Se propaga de forma sexual por medio de sus semillas, las que pueden sembrarse directamente en el suelo o en macetas, algunas veces se utiliza semillero (9) .

#### 3.1.6.1 Clasificación taxonómica (9)

REINO	Vegetal
SUB-REINO	Embryobionta
DIVISION	Tracheophyta
SUBDIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Caryophyllidae
ORDEN	Caryophyllales
FAMILIA	Caryophyllaceae
GENERO	<u><i>Dianthus</i></u>
ESPECIE	<u><i>D. chinensis</i></u>

### 3.1.6.2 Enfermedades

La clavellina como toda flor cortada para exportación, cuyo tallo tiene hojas, requiere cuidados fitosanitarios más estrictos porque no solo se debe cuidar la sanidad en sí del cultivo, sino que también debe cuidarse la estética del tallo, hojas y flor.

El combate fitosanitario empieza desde las plantas en etapas iniciales hasta la producción de semilla lista para exportar (18).

Ese control debe ser una combinación entre las medidas culturales y las aplicaciones de agroquímicos, ya que muchas veces con un programa de sanidad bien llevado, se pueden prevenir muchos problemas fitosanitarios y por lo tanto, ahorro en los costos de operación.

A continuación se describen las principales enfermedades de la clavellina las cuales fueron clasificadas en enfermedades del follaje, del cuello y la flor (1, 9,18).

### 3.1.6.3 Enfermedades del follaje

#### 3.1.6.3.1 Ojo de gallo u ojillo (*Heterosporium echinulatum*)

Esta enfermedad es muy problemáticas, principalmente en zonas de alta humedad relativa y poca luminosidad, se transmite fácilmente por todo el cultivo con el manipuleo de la plantación al desarrollar las labores culturales, es muy difícil su combate. Afecta directamente la calidad de exportación. Para su desarrollo se necesita mucha humedad, más que la roya o la alternaria.

Provoca manchas sobre las hojas y botones florales generalmente de 2 a 8 mm de diámetro. Se forma en el borde un círculo violeta y en el centro círculos concéntricos negro-verdosos (esporas). Puede afectar tanto la hoja como el cáliz (9).

#### 3.1.6.3.2 Alternaria (*Alternaria dianthi*)

Es más frecuente en épocas muy lluviosas puede acabar fácilmente con la totalidad del follaje, disminuye mucho los porcentajes de exportación, pues afecta directamente la calidad. Se desarrolla entre 2 y 36°C, con óptimo de 18 a 20°C. La incubación es de 7 días.

Se dice que el riesgo existe todo el año, pero principalmente en la época lluviosa. Se presentan sobre las hojas, pequeñas manchas translúcidas, luego sobre la base de las hojas, se forman manchas de 1.5 cm de diámetro, inicialmente son grisáceas y se

recubren de puntas negras bien visibles. A nivel del nudo el ataque provoca un bloqueo y resecamiento de las hojas laterales, también la muerte de la ramificación axilar. Se diferencia de *Heterosporium sp* en que las lesiones no son completamente circulares (9).

Se transmite por medio de esporas, trasladadas por el viento y el manipuleo del cultivo. Cuando se tiene esta enfermedad, el manejo de las cortinas es un arma de doble filo, porque por un lado es necesario aumentar la aireación y por otro lado se deben evitar las corrientes fuertes de aire. Por lo tanto exige mucha planificación (9).

#### 3.1.6.3.3 Roya (*Uromyces sp.*)

Es una enfermedad que aparece con frecuencia si hay agua libre en el follaje, riego por manguera y otros, el tiempo de incubación de las esporas es de 3 semanas a 2 meses, la germinación se desarrolla de 6 a 15 horas en agua libre.

El desarrollo depende de la temperatura, el óptimo es de 15 °C. a menos de 4°C y a más de 29 °C se detiene el desarrollo (2, 9).

Se forma una pústula que se transforma en grieta luego aparece un polvo marrón en el interior, constituido por esporas se desarrolla en hojas y tallos (9).

#### 3.1.6.4 Enfermedades del tallo

##### 3.1.6.4.1 Maya de la clavellina (*Fusarium roseum*)

##### 3.1.6.4.2 Podredumbre del cuello de la raíz (*Fusarium roseum*)

##### 3.1.6.4.3 *Rhizoctonia sp.*

#### 3.1.6.5. Enfermedades de la flor

##### 3.1.6.5.1 Botrytis (*Botrytis cenerea*)

Es muy grave y aunque a veces se encuentra en las hojas y tallos en la clavellina es muy problemática en las flores y a nivel de corte de la flor. En este último caso es común es invermaderos que riegan con manguera y que mojan el punto donde se cortaron las flores, ahí se desarrolla una pudrición que va corriendo hasta la base de la planta provocando su muerte, su detección a simple vista se dificulta, principalmente cuando se inicia en los pétalos internos (9).

En algunas variedades a veces es casi imposible detectar la enfermedad en su inicio, generalmente empieza con un moho de color gris sobre los pétalos, luego se va formando una pudrición suave color café amarillenta hasta cubrir completamente la flor (9).

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1. Ubicación Geográfica**

La empresa Jardines Mil Flores S.A. se encuentra localizada en el cantón Ingenio, jurisdicción del municipio de Amatitlán del departamento de Guatemala, a una latitud de 14° 28' 08" y una longitud de 90° 37' 43'.

Esta área se encuentra ubicada a una distancia de la ciudad capital de 28.5 kilómetros, teniendo acceso tanto la carretera interamericana al pacífico (CA -9) y por la carretera principal del pueblo de Amatitlán.

Se encuentra ubicada en la zona de vida de Bosque seco Subtropical bs-S dicha zona tiene las características de poseer terrenos planos que tienen suelos de buena calidad y con regadío se encuentra ubicada a una altitud de 1,189 msnm (13).

### **3.2.1.2 Suelos**

La empresa se encuentra ubicada entre los suelos de la serie cauque Cq y Guatemala Gt caracterizándose por ser suelos de la altiplanicie central desarrollados sobre material volcánico a mediana altitud, presentando un declive de 0 a 5 presentando un drenaje a través del suelo lento con capacidad de abastecimiento de humedad muy alta, con fertilidad natural alta y sin capas que limitan la penetración de las raíces.

Por otro lado, el suelo a una profundidad de alrededor de unos 25 cm, es franco arcilloso o franco de color café oscuro, es suave cuando esta húmedo y friable cuando esta seco. Presenta un pH alrededor de 6.0.

Se encuentra ubicada en la clase de suelos IB con características de uso intensivo adaptable a cosechas anuales y perennes, pero necesita un cierto control de erosión (13).

### **3.2.1.3 Clima**

Presenta un clima templado con temperaturas que oscilan la mínima de 9.2 °C y la máxima de 32.4°C, ubicándose dichas temperaturas en los meses de enero y abril respectivamente, presentando una temperatura media anual de 22 °C. humedad relativa media de 74 % una

insolación de 189 horas máximo y 94 horas mínimo dichos datos de insolación se presentan en los meses de febrero y diciembre respectivamente. En lo que se refiere a vientos, presentan un desplazamiento predominante de noroeste con una velocidad de 12.18 mph. Como media anual. Con precipitación pluvial anual de 729.7 mm. distribuidos en 60 días de lluvia, reportándose las mayores intensidades en el mes de agosto según los datos del año 1986 presentados por el INSIVUMEH (6).

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

- 4.4.1 Determinar los agentes causales y caracterizar la sintomatología de la marchitez de la Clavellina (*Dianthus chinensis* L.)

### **4.2 Específicos**

- 4.2.1 Determinar el o los géneros de los agentes incitantes de la marchitez de la Clavellina.
- 4.2.2. Caracterizar la sintomatología que presenta el o los agentes causales de la marchitez de la Clavellina.
- 4.2.3 Establecer la incidencia y severidad de la enfermedad de la marchitez en la Clavellina en los invernaderos de producción.
- 4.2.4 Establecer el porcentaje de mortandad del cultivo de Clavellina.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 Primera Fase de Campo**

La fase de campo del estudio se realizó en los invernaderos de producción de semilla del cultivo de Clavellina y el análisis de laboratorio en el departamento de fitopatología de Jardines Mil Flores S.A. en el municipio de Amatitlán, Guatemala.

Se realizaron caminamientos en los invernaderos de producción de Clavellina para observar plantas con síntomas de marchitez, posteriormente se tomaron muestras al azar de plantas completas que presentaron los síntomas de dicha enfermedad, las que fueron identificadas y almacenadas en bolsas plásticas transportándolas en hielera a una temperatura de 6 a 8 °C trasladándolas al laboratorio de fitopatología.

### **5.2 Fase de laboratorio**

#### **5.2.1 Análisis macroscópico**

Las muestras se colocaron en cámara húmeda donde se favoreció el desarrollo de las estructuras reproductivas de los microorganismos.

#### **5.2.2. Análisis microscópico**

Cuando hubo desarrollo de las estructuras reproductivas se procedió a un análisis microscópico, utilizando para ello estereoscopio y microscopio para observar las estructuras de los microorganismos presentes (signos), para ello se emplearon las técnicas siguientes:

- Raspados

Se colocaron signos del microorganismos (micelio, conidias, etc), en laminillas portaobjetos con una gota de colorante (lactofenol azul y lactofenol rojo), utilizando para ello agujas de disección y/o asas con las cuales se realizaron los raspados de la superficie del tejido enfermo (17).

- Cortes

Se efectuaron cortes sobre el tejido afectado, los montajes se realizaron en lactofenol azul y se procedió a la observación de micelios y cuerpos fructíferos y para su determinación se utilizó la clave Ilustred genera of imperfect fungi Barnett (5).

### 5.2.3 Siembra de tejido de las plantas en medios de cultivo

Se cortaron trozos de tejido (de 0.5 – 1 cm) de las muestras vegetales que presentaron la sintomatología típica de la marchitez, los trozos de material vegetal se desinfectaron mediante remojo en una solución de cloro al 10% durante 90 segundos y luego un remojo en agua destilada donde se eliminó el exceso de humedad. Posteriormente estos tejidos se colocaron dentro de cajas de petri conteniendo medios de cultivo PDA (papa, dextrosa, agar) y V8 agar, (jugo de vegetales, agar) para la siembra se utilizaron materiales y técnicas de asepsia para evitar contaminación, las cajas se incubaron a una temperatura de 22°C durante 10 días.

### 5.2.4 Aislamiento de cultivos puros

Los organismos aislados en los cultivos fueron reaislados utilizando para *Rhizoctonia sp.*, V8 agar, observando 4-5 días después de la siembra el crecimiento de micelio incoloro adquiriendo este una coloración amarilla con diámetro de 3-4 cm entre 7-9 días, Para *Fusarium sp.*, se utilizó PDA, observando 2-4 días después de la siembra el crecimiento de micelio incoloro, adquiriendo este una coloración de rosado a púrpura con diámetro de 3-5 cm entre 5-8 días, incubándose a una temperatura promedio de 22 °C durante 10 días.

### 5.2.5 Pruebas de patogenicidad

#### 5.2.5.2 Preparación del inóculo de *Fusarium sp.*

Después de 10 días de la siembra se realizaron montajes para observar las estructuras de *Fusarium sp.* (microconidias, macroconidias y clamidiosporas) y se tomaron cuatro cajas de petri con colonias de 5 cms de diámetro que presentaban una coloración rosada, estas fueron trasladadas a un recipiente de vidrio que contenía 2,250 cc de agua esterilizada, la solución se agitó y ajustó con un hematocimetro para obtener una concentración de  $10^6$  esporas/litro (15).

#### 5.2.5.2.1 Preparación del inóculo de *Rhizoctonia sp.*

Después de 10 días de la siembra se realizaron montajes y observaron estructuras con ramificaciones en ángulo recto. Agrios (2) las características de la ramificación comúnmente son los únicos medios disponibles para identificar la hongo como *Rhizoctonia*

*sp.*, se tomaron cuatro cajas de petri con colonias de 3 – 4 cm de diámetro siendo estas trasladadas a un recipiente de vidrio que contenía 2,250 cc de agua esterilizada.

### **5.2. 5.3 Preparación del inóculo de la combinación de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.***

De los inóculos preparados de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* se tomaron 750 cc de cada uno para preparar 1,500 cc de inóculo de la combinación de los patógenos.

## **5.3 Preparación de las plantas para la prueba de patogenicidad (Inoculación)**

### **5.3.1 Condiciones de los invernaderos**

La etapa de semillero se llevo a cabo en el invernadero de propagación con una intensidad lumínica de 3500 p-c \* y una temperatura promedio de 32 °C. Para la siembra se utilizo sustrato de proporción 1:1:1 de suelo, arena blanca y broza el cual fue desinfectado durante 30 minutos a 85 °C.

### **5.3.2 Etapa de desarrollo vegetativo.**

El transplante se realizó a los 16 días después de la siembra, las plantas fueron transplantadas en bolsas de polietileno de 19 X 19 cm, colocando una planta por bolsa en el invernadero de producción el cual se encontraba aislado de la plantación del cultivo con una iluminación de 3,500 p-c y una temperatura promedio de 30 °C .

### **5.3.3 Inoculación**

Se formaron 4 grupos de plantas, inoculando 100 plantas con *Fusarium sp.*, 100 con *Rhizoctonia sp.*, 100 con la combinación de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* y 100 se utilizaron como testigo absoluto como comparador.

La inoculación se llevo a cabo 36 días después de la siembra por medio de una incisión en el cuello de la raíz derramando sobre la herida 10 cc de inóculo, realizando este procedimiento una vez por planta.

\* Intensidad lumínica medida a un pie de distancia.

Las plantas inoculadas se observaron diariamente desde la inoculación hasta el apareamiento de síntomas y desarrollo de los mismos; luego se procedió a tomar muestras de estas plantas (raíz, cuello de raíz, tallo) en las cuales se verificó la presencia de los hongos *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* mediante el análisis macroscópico y microscópico.

#### **5.4 Determinación de la incidencia de la enfermedad**

Esta variable se determinó para los patógenos en forma individual y combinada, por medio de conteos de las plantas que manifestaron síntoma de marchitez en los grupos de plantas en estudio.

Para la determinación de esta variable se utilizó la ecuación siguiente:

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

#### **5.5 Determinación de severidad de la enfermedad**

Se estimó la severidad en función del impacto en la calidad y cantidad de semilla, producida por las plantas en estudio a los tres meses después de la siembra.

#### **5.6 Análisis de la información**

**5.6.1** Determinación de los agentes causales proporcionando la información hasta género, por medio de la clave de Barnett, (5) se determinaron los agentes causales y sus características.

##### **5.6.2 Caracterización de los síntomas**

Se tomaron en cuenta:

- a) Días a la aparición de los síntomas
- b) Duración de los síntomas hasta la muerte
- c) Porcentaje de incidencia
- d) Porcentaje de severidad
- e) Porcentaje de mortandad

## 6. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

### 6.1 Determinación de los agentes causales

Por medio del análisis microscópico de las muestras vegetales recolectadas durante los caminamientos, se observó la presencia de los géneros *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, y mediante la realización de los postulados de Koch se determinó que los agentes causales de la marchitez en el cultivo de la Clavellina son los hongos de los géneros *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, en forma individual y combinada.

### 6.2 Caracterización de los síntomas de *Fusarium sp.*

En el grupo de plantas inoculadas con *Fusarium sp.* los síntomas se iniciaron a observar a partir de los 22 días después de la inoculación, las plantas afectadas presentaron lesiones necróticas de forma alargada de 0.1 a 0.4 cm de longitud, de color marrón en el cuello de la raíz, amarillamiento de las hojas jóvenes, tallos delgados de 0.3 a 0.5 cm (normalmente entre 0.8 a 1.5 cm) de diámetro, poco crecimiento de la planta entre 14 y 16 cm de alto (normalmente tiene un crecimiento de 20-25 cm de alto), manifestando 28 días después de la inoculación el síntoma de marchitez unilateral, siendo este un marchitamiento que inicia a un lado de la planta, la muerte de las plantas se observó entre 40 a 44 días después de ser inoculada. En la figura 1 se observa de izquierda a derecha una planta sana del testigo y la secuencia de los síntomas inducidos por *Fusarium sp.* Nótese los síntomas iniciales de marchitez unilateral y la secuencia de éstos hasta la muerte total de la planta, además puede observarse la ausencia de flores en las plantas enfermas comparadas con la planta testigo.



Figura 1.  
Secuencia de síntomas producidos por *Fusarium sp.* de izquierda a derecha planta sana hasta la muerte.

Luego de la caracterización de los síntomas, el patógeno fue reaislado e identificado, encontrando por medio del análisis microscópico macroconidias de 4 – 5 septos transversales y clamidiosporas, cuerpos fructíferos y estructuras vegetativas típicas de *Fusarium sp.* las que se pueden observar en las figuras 2A y 2B, comprobando de esta forma que este patógeno es uno de los organismos responsables de la marchitez.



Figura 2 A  
Microconidias de *Fusarium sp.*



Figura 2 B  
Clamidiosporas y macroconidias de *Fusarium sp.*

### 6.2.1 Incidencia

Esta variable se determinó durante un periodo de 44 días, iniciando 22 días después de la inoculación, se determinó un valor de incidencia de 100%, manifestando un 75% de las plantas marchitez unilateral, mientras que en el 25% restante los síntomas observados fueron lesiones necróticas, amarillamiento de las hojas basales y poco crecimiento de la planta, no llegando a manifestar éstas marchitez unilateral.

### 6.2.2 Mortandad

La mortandad de las plantas inicio 40 días después de la inoculación, por lo que el periodo de vida de éstas a partir de la siembra fue de 76 días. *Fusarium sp.*, provoco 26% de mortandad.

### 6.2.3. Severidad

Las plantas inoculadas iniciaron a producir semilla 13 semanas después de la siembra, produciendo éste grupo en 8 semanas 0.47 gramos de semilla/planta con 72% de germinación, comparado con el testigo en donde las plantas sanas iniciaron a producir semilla a las doce semanas, produciendo en 8 semanas 0.59 gramos de semilla/planta con 90% de germinación. *Fusarium sp.* provoco una disminución de 18% en la germinación y una disminución promedio de 0.12 gramos de semilla/planta en el rendimiento y debido a que el valor por gramo de semilla oscila de \$ 44.00 - \$ 80.00 (11) se puede calcular que cada planta deja de producir entre \$ 10.00 - \$5.30 .

### 6.3 Caracterización de los síntomas de *Rhizoctonia* sp.

En el grupo de plantas inoculadas con *Rhizoctonia* sp., los síntomas se observaron a partir de los 26 días después de la inoculación, los síntomas iniciales fueron áreas de 0.1 a 0.3 cm de longitud, de color rojo oscuro en el cuello de la raíz, caracterizándose esta zona por ser mas delgada 0.4 cm de diámetro, (el resto del área de 0.8- 1 cm), se observo amarillamiento iniciando en las hojas de la parte inferior, continuando gradualmente hacia la parte superior, las plantas tuvieron poco crecimiento entre 17 y 18 cm de alto (normalmente tienen un crecimiento de 20-25 cm de alto). La marchitez inicio entre 35 a 40 días después de la inoculación, en esta etapa se manifestó una coloración marrón en el pecíolo de las hojas dando como resultado el amarillamiento de estas, dichas áreas con una coloración rojo oscuro se extendieron en todo el tallo, este perdió firmeza y soporte dando como resultado decaimiento general, muriendo la planta entre 53 – 62 días después de la inoculación. En la figura 3 se observa de izquierda a derecha una planta sana del testigo y la secuencia de los síntomas inducidos por *Rhizoctonia* sp., nótese la intensidad de los síntomas donde el desarrollo y vigor son afectados por la pérdida de firmeza y marchitez general hasta la muerte de la planta.



Figura 3.

Secuencia de síntomas provocados por *Rhizoctonia* sp. de izquierda a derecha planta sana hasta la muerte.

Luego de la caracterización de los síntomas, el patógeno fue reaislado e identificado, encontrando por medio del análisis microscópico estructuras con ramificaciones en ángulo recto en la figura 4 se muestran los cuerpos fructíferos del hongo. Las características de ramificación y ángulo recto los únicos medios para identificar al hongo como *Rhizoctonia*. (2) comprobando de esta forma que este patógeno es uno de los organismos responsables de la marchitez.



Figura 4.  
Estructura de *Rhizoctonia sp.*

### 6.3.1 Incidencia

Esta variable se determinó durante un periodo de 62 días, iniciando 26 días después de la inoculación, se determinó un valor de incidencia de 80%.

### 6.3.2 Mortandad

La mortandad de las plantas inicio 53 días después de la inoculación, por lo que el periodo de vida de éstas a partir de la siembra fue de 89 días. *Rhizoctonia sp.*, provocó 18% de mortandad.

### 6.3.3. Severidad

Las plantas inoculadas iniciaron a producir semilla 12.5 semanas después de la siembra, produciendo éste grupo en 8 semanas 0.47 gramos de semilla/planta con 78% de germinación, comparado con el testigo en donde las plantas sanas iniciaron a producir semilla a las doce semanas, produciendo en 8 semanas 0.59 gramos de semilla/planta con 90% de germinación. *Rhizoctonia sp.* provocó una disminución de 12% en la germinación y una disminución promedio de 0.12 gramos de semilla/planta en el rendimiento y debido a

que el valor por gramo de semilla oscila de US \$44.00 - US \$80.00 (11) se puede calcular que cada planta deja de producir entre US \$10.00 – US \$5.30 .

#### 6.4 Caracterización de los síntomas de la combinación de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*

En el grupo de plantas inoculadas con *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* los síntomas se observaron a partir de los 15 días después de la inoculación, las plantas presentaron en el cuello de la raíz lesiones necróticas en forma alargada de 0.2 a 0.5 cm de longitud con una coloración rojo a café, extendiéndose dichas lesiones en todo el tallo, en el pecíolo de las hojas inferiores se observaron manchas de color rojo, las plantas presentaron amarillamiento y decaimiento general acompañado de marchitez unilateral y poco crecimiento entre 12 y 14 cm de alto (normalmente tienen un crecimiento de 20-25 cm de alto) muriendo éstas entre 34 – 40 días después de la inoculación.

en la figura 5 se observa de izquierda a derecha una planta sana del testigo y la secuencia de los síntomas inducidos por la combinación de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, nótese la intensidad de los síntomas en donde el desarrollo y vigor son afectados por el decaimiento general acompañado de marchitez unilateral, hasta la muerte de la planta, además puede observarse la ausencia de flores en las plantas afectadas, comparadas con la planta sana .



Figura 5.  
Secuencia de los síntomas provocados por la combinación de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* de izquierda a derecha planta sana hasta la muerte.

Luego de la caracterización de los síntomas, los patógenos fueron reaislados e identificados, encontrando por medio del análisis microscópico cuerpos fructíferos y estructuras vegetativas, representativas tanto de *Fusarium sp.* como de *Rhizoctonia sp.* las cuales se observan en las figuras 2 y 5.

comprobando de esta forma que estos organismos patógenos solos y/o combinados son los responsables de la marchitez.

#### **6.4.1 Incidencia**

Esta variable se determinó durante un periodo de 38 días, iniciando 15 días después de la inoculación. Se determinó un valor de incidencia del 100% manifestando un 92% de las plantas amarillamiento y decaimiento general acompañado de marchitez unilateral, mientras que en el 8% restante los síntomas observados fueron amarillamiento y marchitez general.

#### **6.4.2 Mortandad**

La mortandad de las plantas inicio 21 días después de la inoculación, por lo que el periodo de vida de éstas a partir de la siembra fue de 57 días. La combinación de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, provoco un 34% de mortandad.

#### **6.4.3. Severidad**

Las plantas inoculadas iniciaron a producir semilla 14 semanas después de la siembra, produciendo éste grupo en 8 semanas 0.37 gramos de semilla/planta con 60% de germinación, comparado con el testigo en donde las plantas sanas iniciaron a producir semilla a las doce semanas, produciendo en 8 semanas 0.59 gramos de semilla/planta con 90% de germinación, la combinación de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, provoco una disminución de 30% en la germinación y una disminución promedio de 0.22 gramos de semilla/planta en el rendimiento y debido a que el valor por gramo de semilla oscila de US\$44.00 - US\$ 80.00 (11) se puede calcular que cada planta deja de producir entre US\$19.00 - US\$9.70

## 6.5 Testigo Absoluto

En el grupo de plantas utilizadas como testigo absoluto no se observó ningún síntoma, característico de *Fusarium sp.* y/o *Rhizoctonia sp.*

En la figura 6 se observa la vitalidad con la cual las plantas se desarrollaron durante las diferentes etapas de éstas.



Figura 6.  
Plantas sanas del testigo absoluto.

Este grupo de plantas sanas fue analizado microscópicamente no encontrando por medio de dicho análisis estructuras vegetativas de *Fusarium sp.* y/o de *Rhizoctonia sp.*, descartando de esta forma la presencia en las plantas de los patógenos en estudio.

Estas plantas iniciaron a producir semilla 12 semanas después de la siembra, produciendo en 8 semanas un promedio 0.59 gramos / planta con 90% de germinación.

En base a los resultados anteriores se puede decir que en forma individual *Fusarium sp.*, es el agente causal más importante ya que éste causó mayor grado de incidencia, severidad y provocó mayor mortandad, comparado con *Rhizoctonia sp.* que tienen menor impacto por lo cual éste el agente causal secundario.

En el cuadro 1 se comparan los resultados de las plantas inoculadas con *Fusarium sp.*, en forma individual, la combinación de los patógenos disminuyen el periodo de vida de las plantas 19 días, disminuyendo así mismo el rendimiento y porcentaje de germinación de la semilla en un 12%, provocando un aumento de 8% en la mortandad.

Mientras que comparando la combinación de los patógenos con los resultados obtenidos en las plantas inoculadas con *Rhizoctonia sp.*, la combinación de éstos reduce el periodo de vida de las plantas 32 días, disminuyendo también el rendimiento y porcentaje de germinación de la semilla en un 12%, provocando un aumento en la mortandad de 16% .

Con los resultados obtenido se demuestra que la marchitez del cultivo de Clavellina es provocada por los hongos pertenecientes a los generos *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* en forma individual como en combinación, provocando éstos mayor grado de incidencia, severidad y mortandad en forma combinada. Produciendo de esta forma un mayor impacto en la producción del cultivo de Clavellina.

**Cuadrado 1.**

Comparación del efecto de los patógenos *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* solos y combinados versus el testigo absoluto.

Agente Causal	Días al inicio de síntomas	Días a la muerte	% de incidencia	Gramos de Semilla / planta	% de germinación	Días de vida
<i>Fusarium sp.</i>	22	40	100	0.47	72	76
<i>Rhizoctonia sp.</i>	26	53	80	0.47	78	89
<i>Fusarium sp.</i> y <i>Rhizoctonia sp.</i>	15	21	100	0.37	60	57
Testigo	0	0	0	0.59	90	105

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 La marchitez del cultivo de Clavellina es producida por la presencia de los géneros *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, ya sea en forma individual o combinados, ambos patógenos producen síntomas de marchitez.
- 7.2 *Fusarium sp.* se caracteriza por provocar marchitamiento unilateral.
- 7.3 *Rhizoctonia sp.* se caracteriza por provocar marchitez y marillamiento general de la planta.
- 7.4 En forma individual el agente mas virulento fue *Fusarium sp.* dado a que tuvo una incidencia total, mayor índice de severidad y mortandad comparado con *Rhizoctonia sp.*
- 7.5 El mayor grado de incidencia, severidad y mortandad se manifiesta cuando los agentes causales se encuentran combinados.
- 7.6 La presencia de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* en forma individual y/o combinados reducen la vida de la planta en promedio de 31 días.
- 7.7 Debido a la disminución en la producción de semilla híbrida que ambos patógenos provocan, las perdidas que éstos ocasionan oscilan entre \$11.00 - \$14.00 por planta.

## 8. RECOMENDACIONES


- 8.1 Realizar planes de manejo enfocados a la prevención y tratamiento de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* en los diferentes estados fenológicos de la planta.
- 8.2 Debido a que tanto *Fusarium sp.* como *Rhizoctonia sp.* son hongos del suelo, se recomienda llevar a cabo una adecuada desinfección de éste.
- 8.3 Realizar estudios más específicos de los géneros *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* para tener un mejor conocimiento de estos y así poder tomar las mejores medidas para su prevención y control.
- 8.4 Utilizar variedades resistentes.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. ABUGARADE, J. 1990. Evaluación de tres funguicidas como protectantes de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) y arveja china (*Pisum sativum* L.) para el control de hongos del suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
2. AGRIOS, G. 1997 Plant pathology. 3 ed. Massachusetts, USA, Academic Press. 635 p.
3. AINSWORTH & BISBY' S, 1995. Dictionary of the fungi. 8 ed. USA, Center for Agriculture and Bioscience, International Mycological Institute. 616 p.
4. ANDREWS, K.L.; QUEZADA, J.R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 623 p.
5. BARNETT, H.; HUNTER, B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Minnesota, USA, Burgess Publishing. 241 p.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. DAUBENMIRE, R.F. 1987. Manual de ecología. Trad. por Gabriela Berrondo. México, Limusa. 241 p.
8. ENCICLOPEDIA INTERACTIVA Santillana. 1995. USA, Chinon América. 1 CD.
9. GAMBOA, Z. 1988. Producción de clavellina (*Dianthus chinensis* L.). Costa Rica, Rodrigo Facio. 87 p.
10. GARCIA ALVAREZ, M. 1987. Patología vegetal práctica. 3 ed. México, Limusa. 247 p.
11. GARDEN SEED. Costs *Dianthus chinensis*. USA. (eSeeds\_com - *Dianthus chinensis* 'Double China Mix'.htm)
12. GREULACH, V.A.; ADAMS, E. 1987. Manual de botánica. Trad. por Ramón Riba y Nava Esparza. México, Limusa. P. 30-32, 36, 465-476.
13. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1982. Mapa topográfico de la republica de Guatemala, hoja cartográfica Amatitlán no. 2059 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
14. JONES, Jr., S.B. 1987. Sistemática vegetal. Trad. María Huescas. México, McGraw-Hill. 463 p.

15. LEON, R.L. DE 1995. Determinación de las razas de *Fusarium oxisporum* f. sp. pisi, agente causal de marchitez en arveja china (*Pisum sativum* L.) en los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
16. SOPENA, R. 1978. Diccionario enciclopédico ilustrado Sopena. Barcelona, España. Ramón Sopena. P. 3324-3325.
17. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. 1997. Manual de prácticas de laboratorio de microbiología, fitopatología I y II. Guatemala. s.p.
18. YURRITA E., R. 1978. Cultivo comercial de flores. Guatemala, Delgado Impresos. 126 p.

Vo. Bo.  
*Potualle*



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS Y ZOOTECNICAS  
GUATEMALA



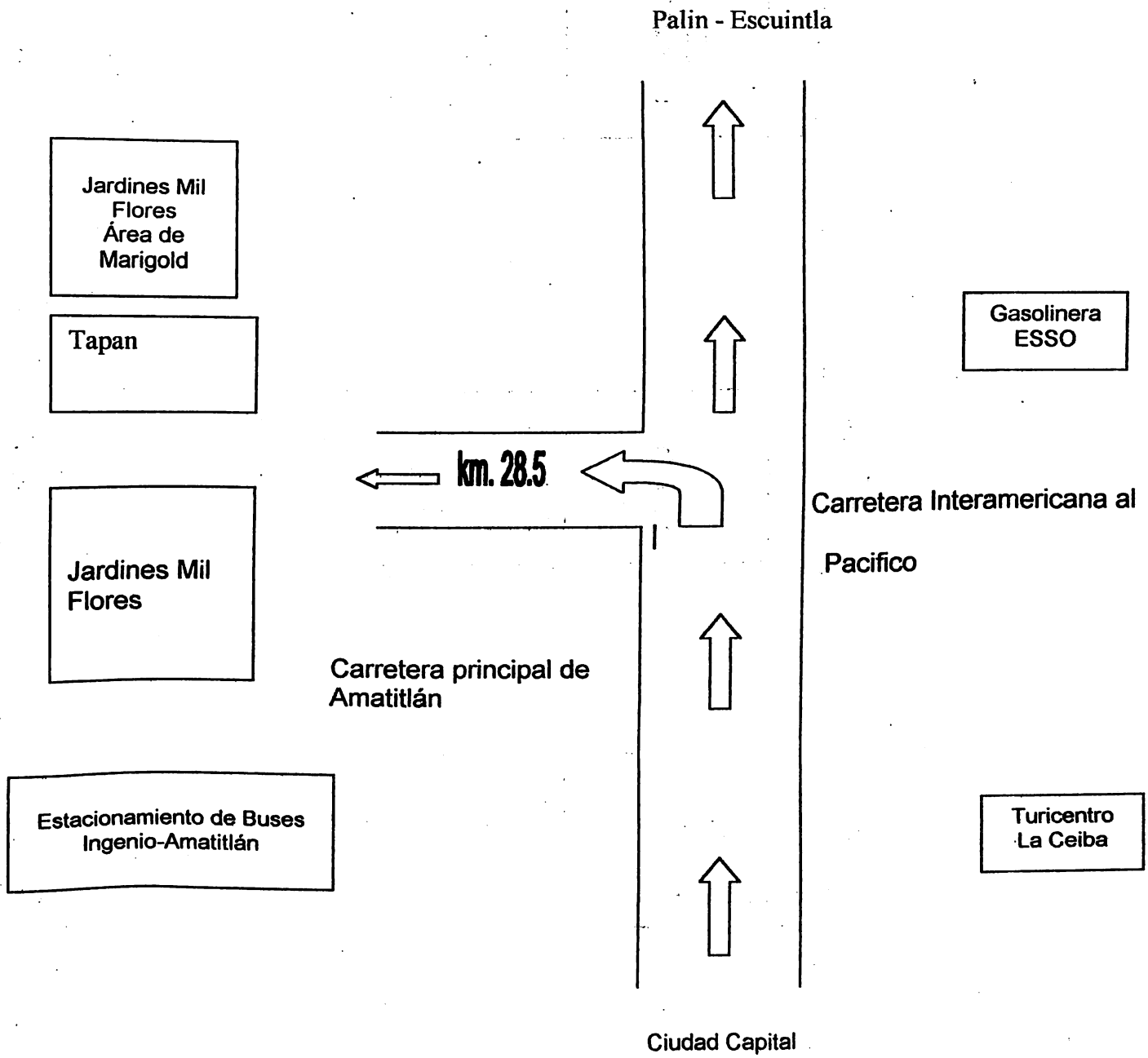


Figura 1A. Diagrama del acceso a la empresa Jardines Mil Flores S.A.

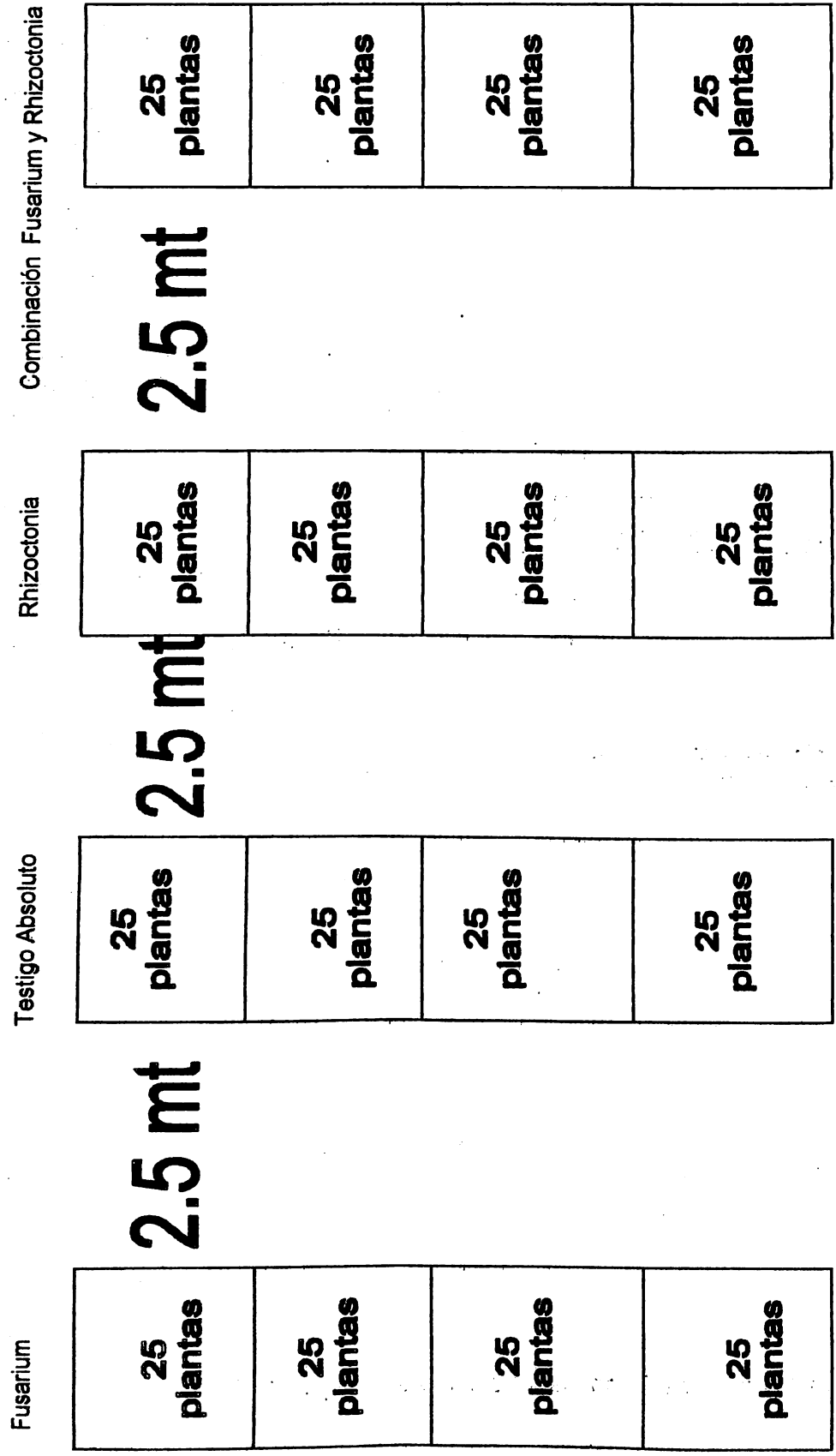


Figura 2A. Distribución de los tratamientos.



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "ETIOLOGIA DE LA MARCHITEZ DE LA CLAVELLINA (Dianthus chinensis L.) EN AMATITLAN, GUATEMALA".

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE: SAYDA EUNICE CORADO JIMENEZ

CARNET No: 9210177

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Guillermo E. Méndez Beteta  
Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz  
Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela

ASESOR

Ing. Gustavo A. Alvarez V.  
INGENIERO AGRÓNOMO  
Colegiado 1556

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
DIRECTOR DE



IMPRIMASE

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franco Rivera  
DECANO



cc:Control Académico  
Archivo  
IIA.

AO/pee.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794  
e-mail: [llusac.edu.gt](mailto:llusac.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>