

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**Que como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO FORESTAL**

**Presenta:**

**MARCO ANTONIO GRANILLO CHAPA**

**Aprobada**

---

**M.C. Ma. ELIZABETH GALINDO CEPEDA**  
Presidente del Jurado

---

**M.C. REYNALDO ALONSO V.**  
Coordinador de la División

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Mayo de 1999.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FORESTAL**

**Evaluación de un bactericida contra *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*  
Van Hall. en la especie *Unquadia speciosa* Endl.**

**TESIS**

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO FORESTAL**

**Por:**

**MARCO ANTONIO GRANILLO CHAPA**

**Aprobada**

---

**M.C. Ma. ELIZABETH GALINDO CEPEDA**  
**Presidente del jurado**

---

**ING. SERGIO BRAHAM SABAG**  
**Sinodal**

---

**M.C. JESÚS GARCÍA CAMARGO**  
**sinodal**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Mayo de 1999.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
<u>Ungnadia speciosa</u> Endl. ....	3
Clasificación Taxonómica .....	3
Descripción Botánica .....	3
Distribución .....	6
Usos .....	7
Patógenos Asociados .....	8
Centros de Producción .....	8
N – Alquil – Dimetil – Bencil – Cloruro de Amonio .....	8
Descripción del Producto .....	9
Fórmula Química .....	9
Modo de Acción .....	9
Usos y Aplicaciones .....	10
<u>Pseudomonas syringae</u> pv. <u>syringae</u> Van Hall. ....	10
Clasificación Taxonómica .....	10
Descripción de la Especie .....	11
Hospederos y Especies Susceptibles .....	11
Producción de Toxinas y Modo de Acción .....	13
Ciclo de la Enfermedad .....	15
Sintomatología .....	17
Métodos de Control y Profilaxis .....	18

	Página
MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
Descripción del Área de Estudio .....	20
Procedencia de la Semilla .....	20
Suelos .....	21
Hidrología .....	21
Clima .....	21
Vegetación .....	22
Diseño Estadístico Empleado .....	22
Integración de las Unidades Experimentales .....	22
Preparación de los Tratamientos .....	22
Variables Evaluadas .....	23
Aplicaciones y Toma de Datos .....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
Comparaciones Entre Tratamientos .....	25
Número de Lesiones Foliares .....	25
Dimensión de las Lesiones .....	27
Número de Hojas Sanas .....	29
Número de Hojas Enfermas .....	29
Altura de la Planta .....	32
CONCLUSIONES .....	34
RECOMENDACIONES .....	35
RESUMEN .....	36
LITERATURA CITADA .....	38
APÉNDICE A .....	41
APÉNDICE B .....	42

## ÍNDICE DE CUADROS.

	Página
Cuadro 1. Clasificación de los métodos de control y profilaxis .....	19
Cuadro 2. Preparación de los tratamientos .....	23
Cuadro 3. Valores medios del número de lesiones foliares por tratamiento .....	25
Cuadro 4. Análisis de varianza para el parámetro número de lesiones foliares .....	25
Cuadro 5. Comparación de medias para el parámetro número de lesiones foliares empleando la DHS a un 95 por ciento de confiabilidad .....	26
Cuadro 6. Comparación de medias para el parámetro número de lesiones foliares empleando la DHS a un 99 por ciento de confiabilidad .....	26
Cuadro 7. Valores medios de la dimensión de las lesiones por tratamiento .....	27
Cuadro 8. Análisis de varianza para el parámetro dimensión de las lesiones .....	28
Cuadro 9. Comparación de medias para el parámetro dimensión de las lesiones usando la DHS a un 95 por ciento de confiabilidad .....	28
Cuadro 10. Análisis de varianza para el parámetro número de hojas sanas .....	29
Cuadro 11. Valores medios del número de hojas enfermas por tratamiento .....	30

Cuadro 12. Análisis de varianza para el parámetro número de hojas enfermas .....	30
Cuadro 13. Comparación de medias para el parámetro número de hojas enfermas usando la DHS a un 95 por ciento de confiabilidad .....	30
Cuadro 14. Comparación de medias para el parámetro número de hojas enfermas usando la DHS a un 99 por ciento de confiabilidad .....	31
Cuadro 15. Análisis de varianza para el parámetro altura de la planta .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS.

	Página
Figura 1. Hojas, flores y frutos inmaduros de <u>U. speciosa</u> .....	4
Figura 2. Fascículo de flores de <u>U. speciosa</u> .....	5
Figura 3. Detalle de los pétalos .....	5
Figura 4. Detalle de vellos, estambres y anteras .....	5
Figura 5. Fruto inmaduro .....	6
Figura 6. Fruto maduro con la semilla visible .....	6
Figura 7. Número de lesiones foliares por tratamiento .....	27
Figura 8. Dimensión de las lesiones por tratamiento .....	29
Figura 9. Número de hojas enfermas por tratamiento .....	31

## INTRODUCCIÓN.

Actualmente en México se están realizando esfuerzos para revertir situaciones de impacto negativo sobre los recursos naturales, por lo que la búsqueda y refinamiento de técnicas y estrategias es un factor muy importante para lograr la conservación y mejora del medio natural y, paulatinamente, evitar la aparición de posteriores problemas colaterales más difíciles de resolver.

En lo concerniente a recursos forestales se sabe que anualmente se pierden 340,000 ha con los consecuentes daños al medio ambiente; por esta razón se están llevando a cabo programas de plantaciones para mantener nuestra riqueza forestal. Sin embargo, uno de los problemas más graves para lograr tal fin es la falta de plantas con la calidad y sanidad adecuadas para su establecimiento en plantaciones.

Entre los eventos más comunes durante la producción de planta en vivero destaca la presencia de enfermedades que, a menudo, son subestimadas y/o confundidas y que llegan a ocasionar la pérdida total de lotes o a afectar la sobrevivencia de los individuos que, al ser plantados en su sitio definitivo, tienen menores posibilidades de llegar a la madurez. La producción de planta sana en viveros y/o invernaderos es el punto medular para lograr el éxito en la labor de plantación; esto es difícil de concebir, más aún si los beneficios que se obtendrán a mediano y largo plazo serán intangibles. En el vivero o invernadero la planta puede recibir diversos cuidados para llevar a buen término esta etapa y procurar individuos sanos al momento de plantar.

El uso de productos químicos eficaces junto con la correcta y oportuna interpretación de la enfermedad y determinación del agente causal brindan grandes ventajas para lograr la producción de planta sana. Al mismo tiempo, el desarrollo de productos más compatibles con el ambiente y mayor eficacia proporcionan valiosas herramientas para lograr el propósito primero.

Ahora que se hace más marcada la resistencia inducida en las bacterias fitopatógenas a diferentes productos químicos es necesario contar con productos variados y eficaces, y disponer ordenadamente de ellos al combatir las enfermedades. Se han empezado a reportar casos de resistencia de *P. s. pv. syringae* a productos cúpricos, estreptomina y oxitetraciclina. Esto es algo que se podía prever debido a los cortos ciclos reproductivos de las bacterias y a su constante “evolución”.

En este estudio se probó la eficiencia de un bactericida a diferentes soluciones diluidas contra la bacteria fitopatógena *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall. hospedante de la especie forestal *Ungnadia speciosa* Endl.

Las hipótesis planteadas para desarrollar la investigación son:

Ho<sub>1</sub>: La aplicación del N – alquil – dimetil – bencil – cloruro de amonio no afecta el ciclo de la enfermedad.

Ho<sub>2</sub>: No existe diferencia en el efecto de las soluciones diluidas del producto sobre las especies estudiadas.

## REVISIÓN DE LITERATURA.

Unqnadia speciosa Endl.

### Clasificación Taxonómica.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Sapindales
Familia:	Sapindaceae
Género:	<u>Unqnadia</u>
Especie:	<u>speciosa</u> Endl.

(Jones, S. B. y Luchsinger, A. E. 1986).

### Descripción Botánica.

Una descripción clara y precisa de la especie es dada por Vines (1960); los trabajos de Sprague (1965) y Villarreal (1993) coinciden con ésta.

Árbol o arbusto que alcanza los 9 m de altura y 25 cm de diámetro basal, con ramas pequeñas, erectas, dispuestas irregularmente, de color café rojizo, glabras; cuando jóvenes imbricadas, en posición ovada, casi globosa, de color café anaranjado, algo pubescentes, las cicatrices que dejan las hojas son largas y subcordiformes; la corteza está moteada de gris a café, es delgada, firme, lisa, con fisuras superficiales en las ramas y troncos viejos; la madera de albura es de color café rojizo, ligera, quebradiza, de grano cerrado. Las hojas son imparipinnadas, alternas, deciduas, de 11 a 31 cm de largo, compuestas, en hojuelas de 5 a 7 (rara vez 3 ó 9), ovadas, lanceoladas, con ápice acuminado, de base redondeada, margen crenado aserrado, de 7 a 13 cm de largo, 4 a 5

cm de ancho, algo coriáceas, de color verde oscuro, lustrosas y glabras por el haz, de tono pálido y pubescentes por el envés, con pecíolos de 5 a 15 cm de largo, el peciolulo de la hojuela terminal llega a medir de 5 a 25 mm, las hojuelas laterales son sésiles o ligeramente pecioluladas (Figura 1).



**Figura 1.** Hojas, flores y frutos inmaduros de *U. speciosa* (Manhart, 1999).

Las flores aparecen en fascículos pubescentes durante la primavera, inmediatamente antes o al mismo tiempo que las hojas; son hermafroditas, irregulares, de casi 3 cm de diámetro, normalmente con 4 pétalos (ocasionalmente 5), de color rosado a lila, deciduos, ovovados, erectos, clavados, de margen crenado, algo tomentoso, con un racimo de vellos gruesos en la base; estambres en número de 7 a 10, desiguales, exertos o insertos al lado del pistilo, filamentosos y filiformes, de color rosado; anteras de forma oblonga y color rojo; ovario súpero, de forma ovoide, con estípites vellosos, con 2 óvulos posteriores, filiformes, curvos, estigma terminal diminuto; el cáliz es acampanulado, de 5 lóbulos oblongos, lanceolados (Figuras 2, 3 y 4).



**Figura 2.** Fascículo de flores de *U. speciosa* (Manhart, 1999).



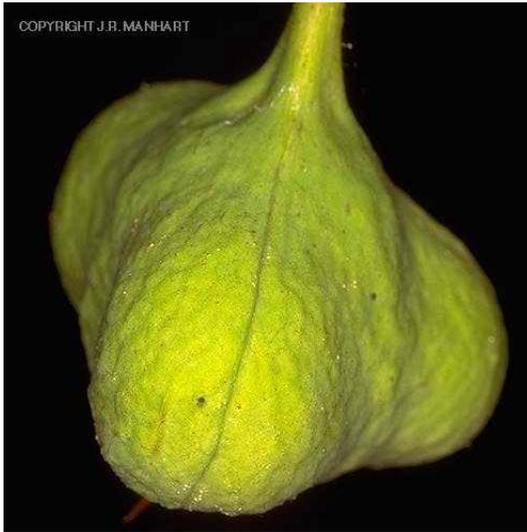
**Figura 3.** Detalle de los pétalos (Manhart, 1999).



**Figura 4.** Detalle de vellos, estambres y anteras (Manhart, 1999).

El fruto es una cápsula con estípites, de forma ovoide, coronado por el estilo remanente, de 5 cm de ancho, coriáceo, áspero, de color café rojizo, con

3 celdas y 3 valvas, dehiscente longitudinalmente; las semillas usualmente son solitarias debido a la aborción de las demás, de aproximadamente 1 cm de diámetro, de forma esférica, lisas y brillantes, de color café o negro, con el hilo de la cicatriz visible, reportadas como venenosas (Figuras 5 y 6).



**Figura 5.** Fruto inmaduro (Manhart, 1999).



**Figura 6.** Fruto maduro con la semilla visible (Manhart, 1999).

#### Distribución.

Según Vines (1960) usualmente crece en suelos calizos de los bancos de los arroyos, en las partes bajas de los cañones o en terrenos escarpados pero húmedos. Se le encuentra en los estados de Texas y New Mexico en los Estados Unidos de América, así como en Nuevo León, Coahuila y Chihuahua en la República Mexicana. Martínez (1979) indica que su rango de distribución se extiende además a Tamaulipas y que también se le conoce con el nombre vulgar de mona. Recibe los nombres comunes de monillo, monilla, ojo de venado, texas buckeye, new mexican buckeye, spanish buckeye, mexican buckeye, false buckeye, canyon buckeye. En la zona del área protegida de flora y fauna Maderas del Carmen le llaman nogalillo, quizás por la semejanza de sus hojas con las del nogal silvestre.

## Usos.

El uso de esta planta se ha visto incrementado en los últimos años en los Estados Unidos de América, principalmente por su condición de planta nativa del Desierto Chihuahuense, misma que le confiere características adaptativas favorables.

Basicamente se utiliza con tres propósitos: como planta de ornato, como fuente de néctar para diversas especies de insectos y como planta de cobertura.

Planta ornamental – En los estados norteamericanos de Texas, New Mexico y Arizona se cultiva en alamedas, jardines y casas porque sus flores son aromáticas y vistosas; incluso el Departamento de Recursos Hidráulicos de este último estado promueve la plantación de ésta y otras plantas nativas dada la poca cantidad de agua que requieren durante su establecimiento así como para su supervivencia y por su rápido desarrollo al ser plantadas aún en suelos poco profundos y/o fértiles. (Anónimo, 1998).

Planta melífera – La floración se da al mismo tiempo que la aparición de las hojas al inicio de la primavera, eso aunado al aroma que despiden las flores atrae una gama de insectos polinizadores que liban de los nectarios proporcionándoles una temprana fuente de alimento. Se han realizado investigaciones sobre dos especies de mariposas que efectúan su ciclo utilizando U. speciosa Endl. como hospedero: Callophrys (Incisalia) henrici Grote & Robinson reportada por Struttman (1999) y Amyelois transitella Walker reportada por Burke et al. (1994).

Planta de cobertura – Como planta de cobertura la U. speciosa puede ser utilizada con múltiples propósitos; algunos de ellos son la disminución de procesos erosivos en terrenos susceptibles si se planta adecuadamente, mantiene la arquitectura del paisaje al evitar la introducción de elementos exóticos a éste, proporciona sombra a diversas especies de fauna, pues la toxicidad en ramas, hojas y frutos la protege de ser devorada por herbívoros, principalmente venados y funciona como refugio para algunas especies de aves e insectos (Lipe, 1999).

### Patógenos Asociados.

En Investigación realizada en laboratorio por Cerezo (1998) para identificar microorganismos patógenos en U. speciosa se hallaron la bacteria Pseudomonas syringae pv. syringae Van Hall. y el hongo Helminthosporium sp.

La sintomatología mostrada por las plantas hospederas fue la comunmente provocada por la bacteria, misma que alcanzó niveles de daño foliar promedio de 32 por ciento; el hongo no tuvo expresión alguna sobre el material vegetativo analizado, por lo que se presume se trató de un ataque oportunista que no encontró las condiciones favorables para diseminarse.

### Centros de Producción.

En la actualidad se está produciendo U. speciosa Endl. en el Invernadero de Alta Tecnología del Departamento de Forestal de la U.A.A.A.N., más por cuestiones técnicas y científicas que por alcances económicos; esta es la razón de que los costos de producción de planta sean relativamente bajos pues algunos costos no pudieron ser cuantificados, la colecta de semilla fue uno de ellos; el costo de producción se estima alrededor de los \$0.65 por planta.

En Texas existen varios viveros que producen U. speciosa a nivel comercial, algunos de los contactados son: Bushman Plant Farm ubicado en Cleveland, Flory Tree Farm en Wills Point y Kings Creek Gardens en Cedar Hills; los costos de producción promedio en estas empresas se acerca a los 0.07 U.S.D. por planta y los precios de venta son de alrededor de 2.50 U.S.D.

N – Alquil – Dimetil – Bencil – Cloruro de Amonio. \*

Se trata de un producto muy versátil, posee capacidad para eliminar hongos, bacterias, algas y virus. Ha sido probado en diferentes actividades, todas enfocadas a la eliminación de microorganismos, tal como lo muestra el trabajo efectuado por Cutter et al. (1996), donde se analizó a diferentes

---

\* El nombre comercial del producto es  y lo produce Okehi Group Inc.

concentraciones para verificar su poder desinfectante en la superficie de carne para consumo humano.

#### Descripción del Producto.

Este biocida es un amonio cuaternario diseñado para prevenir y eliminar el ataque de agentes patógenos. Está constituido por 40 por ciento de ingrediente activo encapsulado en 60 por ciento de urea, es muy estable, completamente soluble en agua, de pH neutro, con acción en pH 3 a 11 dependiendo del ambiente de aplicación, no es volátil, no corrosivo, no inflamable e incompatible con jabones y detergentes aniónicos. No es un producto carcinogénico, presenta ligera toxicidad si entra en contacto con los ojos o si es ingerido; la dosis letal media (DL50) para humanos se considera en 552 mg/Kg (Okehi Group, \_\_\_\_\_), (Dorliagro, 1999).

#### Fórmula Química.

León (1998) indica que el ingrediente activo lo forma el N – alquil – dimetil – bencil – amonio. Una revisión más escrupulosa de los datos del ingrediente activo señala que contiene la molécula cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl).

El N – alquil lo forman radicales alquilo de diferente longitud, la proporción de radicales dentro de la formulación es la siguiente: C<sub>12</sub>, cinco por ciento; C<sub>14</sub>, 60 por ciento; C<sub>16</sub>, 30 por ciento y C<sub>18</sub>, cinco por ciento. Al igual que los radicales N – alquilo, los radicales metilo y el anillo bencílico van unidos a la molécula de cloruro de amonio.

#### Modo de Acción.

Según el fabricante el N – alquil – dimetil – bencil – cloruro de amonio posee la capacidad de liberarse lentamente cuando se aplica en forma sólida y rápidamente en solución pero con disminución en el tiempo de actividad biológica. Su mecanismo de acción está basado en los radicales N – alquil integrados al resto de la molécula, misma que presenta cargas lipofílica positiva e hidrofílica negativa.

La fracción bencil – cloruro de amonio es específica contra los microorganismos, desactiva las enzimas proteolíticas de su pared celular con lo que se inhiben las reacciones bioquímicas impidiéndoles actuar contra la planta, provoca su ruptura y plasmólisis; la eliminación del patógeno llega a ocurrir en tiempos de hasta 30 minutos y a medida que entra en contacto con ellos disminuye su concentración.

La fracción dimetil y la urea son afines a las enzimas transportadoras, lo que permite su movimiento acro y basipétalo; la primera, debido a su alta polaridad, sigue la ruta de los inhibidores y se integra al etileno, la segunda entra a formar parte de los compuestos nitrogenados.

La actividad biológica del producto en forma sólida dura entre 25 y 30 días y en solución entre 20 y 25 (Okehi Group, \_\_\_\_).

#### Usos y Aplicaciones.

La utilidad del producto se basa en su amplio espectro contra microorganismos de muy diversas especies. Puede ser aplicado en forma sólida o líquida, solo o mezclado con otros productos con la condición de evitar mezclarlo con jabones o detergentes aniónicos. En forma líquida puede aplicarse foliarmente o en el riego. La concentración del producto dependerá del tipo de microorganismo a combatir.

Se le usa para tratar enfermedades en campo, como inhibidor de microorganismos en productos cosechados, para desinfectar germoplasma, herramientas, locales y cuerpos de agua (Okehi Group, \_\_\_\_).

*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* Van Hall.

Clasificación Taxonómica.

Reino:	Procaryotae
División:	Gracilicutes
Clase:	Proteobacteria
Familia:	Pseudomonadaceae
Género:	<u><i>Pseudomonas</i></u>
Especie:	<u><i>syringae</i></u>
Patovar:	<u><i>syringae</i></u> Van Hall. (Goto, 1992).

Descripción de la Especie.

Pelczar (1981) y Goto (1992) asientan que el género *Pseudomonas* está formado por bacilos aislados rectos o curvos, pero sin llegar a formar espiral, con dimensiones que generalmente van de 0.5 a 1 micras por 1.5 a 5 micras. Móviles por flagelos polares monótricos o multitricos, no producen vaina o prosteca ni se les conocen formas de reposo. Son gramnegativos, quimioorganotróficos, de metabolismo respiratorio no fermentativo; algunos son quimiolitotróficos facultativos capaces de aprovechar el H<sub>2</sub> o el CO<sub>2</sub> como fuente de energía. El O<sub>2</sub> es el aceptor universal de electrones pero algunos pueden desnitrificar usando los nitratos como aceptores alternativos; son aerobios estrictos, excepto las especies que usan la desnitrificación como medio de respiración. Agrios (1996) complementa mencionando que existen identificadas 17 especies; 40 especies identificadas anteriormente han sido reagrupadas y se les considera hoy como patovares de *P. syringae*. Esta especie se clasifica como pseudomonas fluorescente debido a que al crecer en un medio nutritivo pobre en hierro produce pigmentos fluorescentes de color verde – amarillo, denominado pyoverdín, con capacidad de difusión. *P. s.* pv. *syringae* es fitopatógena a un gran número de especies útiles al hombre, tanto cultivadas como silvestres. El daño que puede causar a especies forestales como el

monillo (*U. speciosa*) se desconoce a la fecha por ser ésta una planta escasamente cultivada en nuestro país.

#### Hospederos y Especies Susceptibles.

Existen numerosos estudios sobre enfermedades producidas por *P. s. pv. syringae* en frutales de hueso, principalmente durazno, y cítricos, en especial naranja. Al respecto Agrios (1996) menciona que los daños más severos, así como las pérdidas económicas más cuantiosas son producidas en los grandes huertos de árboles frutales de hueso en todo el mundo. Además de las especies mencionadas se han tenido reportes que dejan en claro que la bacteria es cosmopolita y tiene una amplia gama de hospederos; algunos de los estudios mencionan casos de ataque a mango (Cazorla, *et al.*, 1995); kiwi (Mazarei y Mostofipour, 1994); peral (Spotts y Cervantes, 1995); cerezo (Mo, *et al.*, 1995); olivo (Scortichini, 1997) y otras especies ornamentales y hortícolas de interés económico.

Más importante que el recuento de las especies susceptibles a la bacteria, resulta la forma en que una toxina específica es activada por una determinada señal molecular emitida por su hospedero. En el caso del cerezo Mo, *et al.* (1995) estudiaron las hojas de la planta para dilucidar cuál era el mecanismo empleado por la bacteria para percibir las señales moleculares adecuadas que regulaban la expresión del gen *syrB*, requerido para sintetizar la fitotoxina syringomicina; encontraron que los glicósidos flavonoides, que representaron una nueva clase de señales fenólicas emitidas por la planta y captadas por *P. s. pv. syringae* se hallaban en suficiente cantidad en las hojas del hospedero como para activar la síntesis de la toxina. Lo anterior sugiere que los genotipos más susceptibles muestran una gran cantidad de señales moleculares que propician la activación de las toxinas que aquellos más resistentes.

Otro punto importante es la resistencia de la bacteria a los productos químicos empleados tradicionalmente para combatirla. Spotts y Cervantes (1995) realizaron investigaciones *in vitro* sobre este tópico con 323 cepas de *P.*

*P. s. pv. syringae* colectadas en seis huertos de perales en el noroeste de los Estados Unidos de América. Encontraron que cuatro cepas fueron resistentes a dosis de 50, 100, 250 y 500 microgramos por mililitro de oxitetraciclina, mientras que 259 cepas mostraron sensibilidad a dosis del 50 y 250 microgramos por ml del mismo producto. Dos cepas mostraron resistencia a dosis de 50 y 500 microgramos por ml de estreptomina, 25 cepas mostraron resistencia a una dosis de 1 microgramo de  $\text{CuSO}_4$  y a otra de 100 microgramos por ml de estreptomina. Tres cepas fueron resistentes a dosis de 250 microgramos por ml de  $\text{CuSO}_4$ , estreptomina y oxitetraciclina. La resistencia de las cepas mostró correlación positiva con los programas de fumigación de los huertos donde se colectaron.

El estado nutricional del hospedero junto con un adecuado balance de los nutrientes presentes en el suelo juegan un papel de vital importancia en el desarrollo o resistencia a la enfermedad; el caso analizado por Scortichini (1997) es un ejemplo claro de ello. Este investigador detectó una declinación en el crecimiento de un cultivar de árboles de olivo. Los principales síntomas observados en campo sobre 260 individuos fueron lesiones en forma de grietas acompañadas de necrosis del floema, cuando la infección circundó el tronco el follaje se marchitó y cayó. Algunos árboles asintomáticos mostraron una marcada reducción en su crecimiento. La toma de muestras y posterior aislamiento del posible agente causal de ambos síntomas indicó que *P. s. pv. syringae* fue el organismo causal. Análisis de suelos revelaron que los niveles de Mg eran muy altos al igual que la relación Mg/K y, por el contrario, la relación Ca/Mg era baja. De esa información se asumió que la enfermedad se originó como consecuencia del desbalance nutricional en los árboles debido a la composición del suelo.

#### Producción de Toxinas y Modo de Acción.

Las toxinas producidas por *P. s. pv. syringae* son descritas por Goto (1992) quien, además, menciona que de las fitotoxinas producidas por bacterias ninguna es específica para un hospedero en particular, pues tienen la

facultad de exhibir toxicidad a un variado grupo de plantas y microorganismos, aún en bajas concentraciones.

Las fitotoxinas pueden dividirse en dos grupos: por sus características estructurales y por su modo de acción; las toxinas del primer grupo producen compuestos orgánicos de bajo peso molecular que causan alteraciones en el metabolismo normal de su hospedero. El segundo grupo incluye toxinas de mayor peso molecular; estas toxinas afectan las funciones de la membrana celular del hospedero causando la dispersión y merma de los electrolitos al impedir la formación de los canales transportadores de iones. Las toxinas producidas por *P. s. pv. syringae* se incluyen en este grupo.

La syringomicina fue la primera toxina reportada como inductora de necrosis por la mayoría de las cepas de *P. s. pv. syringae* sin importar el hospedero atacado. Es un compuesto cíclico que consiste de una cadena peptídica y residuos de ácidos grasos. La syringomicina producida por algunas cepas de sugarcanos está formada por dos residuos de serina y ácido diaminobutanóico y uno de arginina, fenilalanina, dihidrotreonina, ácido betahidroxiaspártico, gamma-clorotreonina como aminoácido y ácido 3-hidroxidodecanóico como residuo acídico.

La syringotoxina producida por cepas de *P. s. pv. syringae* aisladas de cítricos está compuesta de un residuo de serina, ácido 2,4-diaminobutanóico, glicina, homoserina, ornitina, alotreonina, ácido 2,3-dihidro-2-aminobutírico, ácido 3-hidroxiaspártico y 4-clorotreonina, un grupo carboxil terminal cierra un anillo macrocíclico sobre un grupo OH de la cadena terminal de N-serina, el cual es N-acetilado por ácido 3-hidroxitetradecanóico.

Las syringostatinas producidas por una cepa de tono lila de *P. s. pv. syringae* consisten de un residuo de serina, treonina, ornitina, homoserina, ácido betahidroxiaspártico, ácido 2-amino-2-butanóico y ácido 2-amino-4-cloro-3-hidroxibutanóico y dos residuos de ácido 2,4-diaminobutanóico como aminoácido y una cadena larga de ácido betahidroxitetradecanóico (syringostatina A) o ácido 3,4-dihidroxitetradecanóico (syringostatina B).

La syringopeptina (Sp<sub>25</sub>-A) es producida por tres cepas de *P. s. pv. syringae* y está formada por un residuo de prolina, leucina, alotreonina, serina, ácido 2,4-diaminobutírico y tirosina; por cuatro residuos de ácido 2,3-dihidro-2-aminobutírico; por cinco residuos de valina y nueve de alanina, con tirosina y alotreonina formando un anillo de macrolactona, y pequeñas cantidades de 3-hidroxidodecanoil homólogo.

Todas estas toxinas son responsables de la actividad fitotóxica y antimicrobiana de *P. s. pv. syringae*. La syringomicina es inestable en un medio ambiente alcalino (pH 10 ó más), mientras que la syringopeptina (Sp<sub>25</sub>-A) es estable.

El modo de acción de estas toxinas se relaciona con la destrucción de la membrana plasmática y la consecuente alteración de sus funciones, como la salida del ion K<sup>+</sup>, la entrada del ion Ca<sup>++</sup>, la hidrogenación del ATP, la alteración del potencial osmótico de la membrana celular y la fosforilación de proteínas. De las funciones celulares afectadas por las fitotoxinas el transporte del ion Ca<sup>++</sup>, asociado con la elevación del potencial membranoso es, posiblemente, el más importante en términos de la formación de los canales de iones en ambos lados de los lípidos de la membrana celular del hospedero.

#### Ciclo de la Enfermedad.

De acuerdo con Goto (1992) las bacterias fitopatógenas que permanecen vivas largos períodos desfavorables pueden ser liberadas de sus reservorios e infectar plantas sanas, multiplicarse y originar un foco de infección, y pueden regresar a la fase de sobrevivencia cuando el hospedero muere, entra en dormancia o las condiciones ambientales se tornan adversas.

Las etapas que comprende el ciclo de la enfermedad son tres: supervivencia, disseminación e infección.

Un organismo patógeno logra sobrevivir durante períodos desfavorables de muy diversas formas. La sobrevivencia dependiente de plantas hospederas, como parásito o como residente, es una forma de sobrevivencia practicada por algunas bacterias fitopatógenas. Como organismos parásitos pueden vivir en lesiones, en infecciones latentes, infestando la parte externa de semillas y/o

material vegetativo e infectándolo internamente. Como organismo residente puede sobrevivir en la superficie del hospedero utilizando cantidades mínimas de nutrientes; dependiendo de la porción colonizada del hospedero será la denominación que reciba el tipo de residencia del microorganismo, si sobrevive en la superficie de las hojas se designará como filosfera, gemisfera si se mantiene en las yemas y botones y rizosfera si se halla en la raíz. En el caso de *P. s. pv. syringae* se sabe que la supervivencia en la filosfera es inversamente proporcional a la cantidad de lluvia, mientras que en la gemisfera es directamente proporcional a aquélla.

Otra forma de supervivencia es la saprofítica; los organismos que la practican pueden sobrevivir en el suelo, en residuos de material vegetativo, en equipo agrícola e, incluso en agua.

Cuando un microorganismo fitopatógeno encuentra las condiciones adecuadas se reproduce rápidamente, por lo que se produce una gran cantidad de inóculo; si la situación se prolonga se llega a un punto en que éste empieza a dispersarse, a esta acción se le conoce como “diseminación de la enfermedad” o “etapa de diseminación”. Para que la dispersión sea efectiva el agente fitopatógeno necesita de uno o varios vectores, tales como: agua, viento, insectos o animales superiores. De todos ellos el agua es el factor primario de dispersión.

La diseminación por suelo, semillas y material vegetativo es importante por ser potencialmente desencadenante de epidemias.

Una vez diseminada la enfermedad, y si los factores ambientales y del hospedero siguen siendo favorables al patógeno, se da la infección; las plantas infectadas desarrollan síntomas visibles cuya expresión puede ser influenciada por interacciones entre el agente causal y otros microorganismos.

La infección se facilita si en el hospedero existen heridas sin sanar pues son éstas la principal puerta de entrada de los patógenos; las aberturas naturales también pueden ser atacadas por los microorganismos. En el mismo renglón Goto (1992) considera que, además de estas dos vías de entrada, los

organismos fitopatógenos son capaces de penetrar a la planta atacando directamente el tejido sano.

La incubación sigue inmediatamente a la infección y se considera como el período de tiempo entre la infección y la aparición de los síntomas, y puede prolongarse o acortarse por diversos factores, tales como: especie del microorganismo atacante, patogenicidad, cantidad de inóculo, vía de entrada, tipo de enfermedad provocada, especie del hospedero, resistencia a la enfermedad, edad, temperatura ambiental, humedad relativa y otros. El período de incubación es, generalmente, más corto en las partes que se hallan en desarrollo que en las maduras; si la parte afectada ha logrado la madurez el período de incubación puede extenderse de una temporada estacional a otra en forma de infección latente.

#### Sintomatología.

Enfermedades como agallas, úlceras y gomosis bacteriana son producidas por *P. syringae*. Los síntomas característicos de la enfermedad, aunque no siempre los más comunes o los más dañinos ocasionados al hospedero, son la formación de agallas acompañadas de exudaciones resinosas; las agallas usualmente se desarrollan en protuberancias del tronco o rama infectados, luego la porción de tejido infectada se va abultando y un halo alrededor queda hundido; posteriormente adquiere un color más oscuro que el tejido sano. Las agallas son el primer indicio de la enfermedad, aparecen en la planta al término del invierno o inicio de la primavera; cuando el árbol sale de la dormancia la resina empieza a ser producida por el tejido sano que rodea la infección, una vez ocurrido esto la enfermedad se extiende hasta las hojas las que se rizan y marchitan; al cabo de algunas semanas la rama o el árbol muere (Agrios, 1996); (Goto, 1992).

En *U. speciosa* se observó la infección por *P. s. pv. syringae* en hojas y tallos, en las primeras la enfermedad se desarrolla de la punta de las hojuelas hacia la base; un halo amarillo verdoso delimita el área enferma del tejido sano; a medida que la infección avanza la parte afectada muere.

El tallo de la planta se torna quebradizo al perder la elasticidad normal de sus tejidos y los entrenudos se acortan al tratar la planta de arrojar hojas que compensen la fotosíntesis. Todos estos síntomas en conjunto provocan el achaparramiento de la planta. Esto coincide con lo reportado por Scortichini (1997) para el cultivo de olivo donde una marcada reducción del crecimiento en las plantas fué uno de los síntomas detectados.

#### Métodos de Control y Profilaxis.

La oportuna y correcta identificación de la enfermedad que ataca a un cultivo es fundamental para realizar un control efectivo, máxime si el ataque es producido por bacterias. Al respecto, Agrios (1996) argumenta que las enfermedades provocadas por bacterias son muy difíciles de controlar y con frecuencia se hace necesaria la combinación de varios métodos para combatirlas.

Los diversos métodos de control y profilaxis a los que se refieren Goto (1992) y Agrios (1996) pueden ser categorizados de distinta manera, según sea el caso y el criterio técnico; una forma de clasificación se expone en el cuadro 1.

Preventivos	De combate
Prácticas legales. - Expedición de leyes y reglamentos en materia de fitosanidad a nivel, local, regional, nacional e internacional.	Control biológico. - Uso de cepas antagónicas. - Uso de cepas competidoras. - Uso de cepas parasíticas.
Cuarentenas. - Evitar la movilización del material contaminado a áreas libres del agente causal de la enfermedad.	
Prácticas agronómicas. - Introducción de materiales sanos. - Introducción de materiales resistentes. - Desinfección del suelo, equipo y material vegetativo. - Reducción de la cantidad de inóculo. - rotación de cultivos. - cambio de las fechas de siembra. - manejo del riego y la fertilización. - manejo de la densidad por unidad de superficie. - quemas fitosanitarias. - manejo de factores climáticos.	Control químico. - Aplicación de inyecciones sistémicas de productos. - Uso de productos de revestimiento. - Aplicación de productos foliares. - compuestos cúpricos. - compuestos sulfurosos. - antibióticos - otros - Aplicación de desinfectantes de suelo. - Aplicación de productos en el riego.
Prácticas de fitomejoramiento. - Desarrollo de cultivos resistentes.	Control ambiental. - Manejo de los factores climáticos para eliminar al agente patógeno.

**Cuadro 1.** Clasificación de los métodos de control y profilaxis.

Contra *P. s. pv. syringae* los dos autores coinciden al recomendar el uso de plantas libres de la enfermedad, podas y quemas fitosanitarias, desinfección de heridas con hipoclorito de sodio y la aplicación de estreptomycinina o compuestos cúpricos en forma de atomizaciones foliares a intervalos de 10 días si la infección se halla en sus primeras etapas.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Descripción del Área de Estudio.

El experimento se llevó a cabo en el Invernadero de Alta Tecnología del Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La razón para la elección del local fue la eliminación de variables externas, tales como: temperatura, humedad, viento, suelo y agua; mismas que fueron controladas rigurosamente. De este modo los efectos del producto probado no se supeditaron a los factores mencionados.

### Procedencia de la Semilla.

La colecta de semilla de *Unquadia speciosa* se realizó al noroeste del estado de Coahuila, dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen (APFF Maderas del Carmen), en el cañón denominado el jardín. (Dirección General de Geografía –DGG-, 1983); (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática –INEGI-, 1996) e (Instituto Nacional de Ecología – Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca -INE-SEMARNAP-, 1997).

En recorrido de campo por el área de procedencia, efectuado del 8 al 12 de febrero de 1999, se observaron en el interior del cañón 31 plantas de las cuales 4 mostraban síntomas de la enfermedad estudiada; a éstas se les colectaron muestras de hojas para analizar posteriormente en laboratorio.

Para ubicar el sitio se emplearon las cartas topográficas Boquillas del Carmen y Manuel Benavides editadas por la DGG (1983) e INEGI (1996); con la finalidad de facilitar la ubicación del sitio de recolección, en las cartas, se dan las coordenadas de una planta a la que se le tomaron muestras de hojas: 29° 03' 17" Lat. N, 102° 41' 41" Long. W; la altitud del lugar es de 1217 msnm. Los

datos anteriores fueron obtenidos usando un posicionador geográfico satelital (GPS) marca GARMIN International Inc; modelo 100 SRVYII Personal Surveyor.

#### Suelos.

Según la DGG (1982) los tipos de suelo del cañón pueden ser divididos en cuatro zonas para facilitar su comprensión; en la porción sur predominan los xerosoles cálcico y lúvico, de textura media, en fase petrocálcica profunda; en la zona central dominan el regosol calcárico, rendzinas y litosoles, de textura media, en fase lítica; en la parte norte se hallan litosoles y rendzinas, de textura media, en fase lítica y en la porción oeste se encuentran rendzinas y litosoles, de textura media, en fase lítica.

#### Hidrología.

El cañón pertenece a la región hidrológica 24 (RH24) "Bravo – Conchos", a la cuenca del "Bravo – Ojinaga" y a la subcuenca del "Bravo – A. del León"; el punto referido se halla en el límite sur de la subcuenca. La red hidrológica superficial se encuentra formada por un gran número de pequeños arroyos intermitentes, de los que algunos en las partes más altas mantienen agua todo el año. (Dirección General de Geografía del Territorio Nacional –DGGTN-, 1981).

#### Clima.

El tipo de clima del lugar es el seco, subtipo semicálido con precipitaciones entre 300 y 400 mm anuales y temperaturas medias entre 14 y 18°C; el régimen de lluvias es de verano (DGGTN, 1981). La información anterior es complementada por García (1987) quien menciona, además, que existen dos estaciones lluviosas separadas por una temporada seca corta en el verano el clima es muy extremo pues llegan a ocurrir cambios en la temperatura mayores a 14°C. La fórmula climática para el lugar es, entonces, la siguiente: Bs1hw(e')w".

## Vegetación.

En base a investigaciones realizadas en todo el estado por Villarreal y Valdés (1992) se determinó que el tipo de vegetación dominante en la mayor parte del cañón corresponde al matorral submontano, o chaparral según INEGI (1984); las principales asociaciones se dan entre *Quercus* sp. y *Rhus* sp.

## Diseño Estadístico Empleado.

Considerando las características del área de estudio se optó por usar un diseño completamente aleatorio con siete tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental (UE) constó de nueve plantas de *U. speciosa* Endl.

## Integración de las Unidades Experimentales.

Para integrar las UE se escogieron aquellas plantas que tuvieran cinco hojas y cinco folíolos, desechando las que estuvieran torcidas y/o ramificadas en la base del tallo, todo ello para dar la mayor homogeneidad posible a los tratamientos.

## Preparación de los Tratamientos.

Los tratamientos de N – alquil – dimetil – bencil – cloruro de amonio fueron preparados en soluciones expresadas en partes por millón (ppm) con el propósito de ejercer mayor control sobre la cantidad de producto a aplicar y tener, al mismo tiempo, punto de comparación con las dosis recomendadas por el fabricante contra dos especies de pseudomonas: *P. aeruginosa* Schroeter y *P. fluorescens* Migula; para las cuales prescribe 1600 ppm durante 15 minutos con margen de efectividad del 100 por ciento y 200 ppm durante 10 minutos con margen de efectividad del 100 por ciento respectivamente.

Para preparar las soluciones diluidas que conformaron los tratamientos se partió de la información de constitución del producto: 40 por ciento de ingrediente activo y 60 por ciento de urea; vease el cuadro 2.

Para preparar las dosis se empleó una balanza analítica marca Ohaus Scale Corp; modelo Galaxy 160, con capacidad para pesar diezmilésimas de gramo.

Tratamiento	Dilución (ppm)	Producto (gr)	Agua (ml)
Tratamiento 1	500	2.5	2000.00
Tratamiento 2	1000	2.5	1000.00
Tratamiento 3	1500	2.5	666.67
Tratamiento 4	2000	2.5	500.00
Tratamiento 5	2500	2.5	400.00
Tratamiento 6	3000	2.5	333.34
Testigo	0	0.0	-----

**Cuadro 2.** Preparación de los tratamientos.

#### Variables Evaluadas.

Las variables consideradas en el experimento fueron:

Número de lesiones foliares - Se consideraron únicamente aquellas lesiones que mostraron el daño típico provocado por la bacteria, dejando de lado aquellas atribuibles a causas diferentes a ésta.

Dimensión de las lesiones - Esta variable se expresó en porcentaje de área foliar dañada, considerando a la UE como el 100 por ciento del área foliar. Para obtener estos datos se usó un medidor electrónico de áreas.

Número de hojas sanas – Este parámetro se evaluó para conocer el grado de recuperación de las UE.

Número de hojas enfermas - Este valor se consideró para poder determinar la velocidad con que la infección se extendió de las hojas enfermas a las sanas o si el producto era capaz de detener al microorganismo.

Altura de la planta - Uno de los síntomas observados en el desarrollo de la enfermedad fue el achaparramiento de las plantas; el conocer este parámetro ayudó a determinar realmente si la infección influyó en esta característica.

#### Aplicaciones y Toma de Datos.

El experimento se inició con la toma de datos y correspondiente aplicación del producto a evaluar el 18 de diciembre de 1998. Se realizaron las

tomas de datos y aplicaciones cada 20 días hasta completar seis aplicaciones; la aplicación de los diferentes tratamientos concluyó el 28 de marzo de 1999, 20 días después se efectuó la última toma de datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Comparaciones Entre Tratamientos.

Los análisis estadísticos realizados a los datos obtenidos durante el desarrollo del experimento mostraron diferencias en tres de los cinco parámetros evaluados, mismos que se detallan a continuación.

### Número de Lesiones Foliares.

Para este concepto se encontró que las soluciones diluidas del producto influyeron en la cantidad de lesiones foliares por planta y Unidad Experimental (UE).

El comportamiento de los tratamientos en el control de las lesiones, y por ende, en el control de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* se muestra en los cuadros siguientes.

	T1 500 ppm	T2 1000 ppm	T3 1500 ppm	T4 2000 ppm	T5 2500 ppm	T6 3000 ppm	Testigo 0 ppm	
<b>R1</b>	46.00	19.57	22.14	28.57	22.86	21.86	58.14	
<b>R2</b>	52.14	36.43	23.86	36.14	24.14	15.86	84.00	
<b>R3</b>	50.14	40.14	22.29	25.43	41.71	18.86	77.14	
<b>Σ</b>	148.29	96.14	68.29	90.14	88.71	56.57	219.29	767.43

**Cuadro 3.** Valores medios del número de lesiones foliares por tratamiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
<b>Tratamientos</b>	6	6347.4402	1057.9067	16.0748	2.8500	0.05%
<b>Error</b>	14	921.3605	65.8115		4.4600	0.01%
<b>Total</b>	20	7268.8008				

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para el parámetro número de lesiones foliares.

Para determinar el tratamiento más efectivo en el control del número de lesiones foliares se decidió por la utilización de la prueba de comparación de medias de Tukey (DHS) debido a que el valor de agrupación fué más estricto que el obtenido mediante la diferencia mínima significativa (DMS); aunque ambas pruebas presentaron valores similares arrojando, en ambos casos, tres categorías de significancia para los dos niveles de confiabilidad usados.

Tratamiento		DHS = 22.6223		
<b>Testigo</b>	<b>0 ppm</b>	73.10	50.4729	C
<b>T1</b>	<b>500 ppm</b>	49.43	26.8062	B
<b>T2</b>	<b>1000 ppm</b>	32.05	9.4253	A B
<b>T4</b>	<b>2000 ppm</b>	30.05	7.4253	A B
<b>T5</b>	<b>2500 ppm</b>	29.57	6.9491	A B
<b>T3</b>	<b>1500 ppm</b>	22.76	0.1396	A
<b>T6</b>	<b>3000 ppm</b>	18.86	-3.7652	A

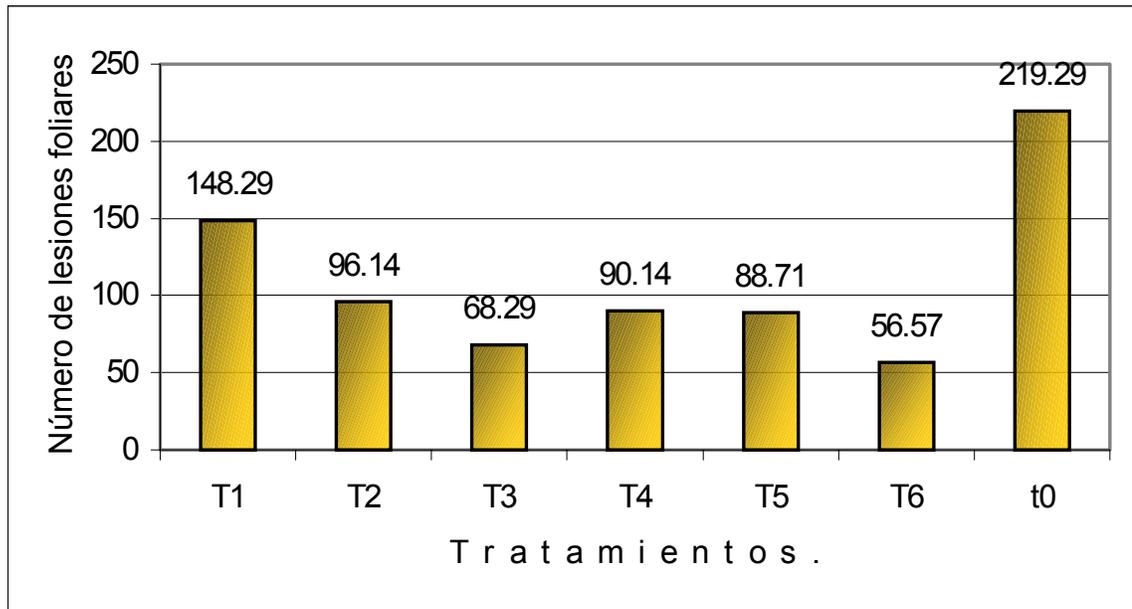
**Cuadro 5.** Comparación de medias para el parámetro número de lesiones foliares empleando la DHS a un 95 por ciento de confiabilidad.

Tratamiento		DHS = 28.4770		
<b>Testigo</b>	<b>0 ppm</b>	73.10	44.6183	C
<b>T1</b>	<b>500 ppm</b>	49.43	20.9516	B C
<b>T2</b>	<b>1000 ppm</b>	32.05	3.5707	A B
<b>T4</b>	<b>2000 ppm</b>	30.05	1.5707	A B
<b>T5</b>	<b>2500 ppm</b>	29.57	1.0945	A B
<b>T3</b>	<b>1500 ppm</b>	22.76	-5.7151	A B
<b>T6</b>	<b>3000 ppm</b>	18.86	-9.6198	A

**Cuadro 6.** Comparación de medias para el parámetro número de lesiones foliares empleando la DHS a un 99 por ciento de confiabilidad.

El número de lesiones foliares se vio afectado positivamente por la aplicación de las dosis del producto, lo cual significó que el patógeno fué controlado a distintos niveles de acuerdo a las concentraciones diluidas de los tratamientos.

Las pruebas de comparación de medias realizadas revelaron tres categorías de significancia a los dos niveles de confiabilidad establecidos. Estadísticamente, los tratamientos dos, tres, cuatro, cinco y seis fueron iguales pero, es importante resaltar que, se logró un mayor control con el tratamiento tres que con los tratamientos cuatro y cinco; véanse cuadros 5 y 6 y figura 11.



**Figura 7.** Número de lesiones foliares por tratamiento.

#### Dimensión de las Lesiones.

En este renglón la aplicación del producto en los diferentes tratamientos mostró diferencias significativas en el análisis de varianza sólo al 95 por ciento de confiabilidad.

	T1 500 ppm	T2 1000 ppm	T3 1500 ppm	T4 2000 ppm	T5 2500 ppm	T6 3000 ppm	Testigo 0 ppm	
R1	32.21	23.64	17.25	20.97	19.52	18.10	24.33	
R2	27.43	30.57	19.52	21.22	22.51	18.17	24.81	
R3	21.37	20.98	21.51	19.06	24.49	15.73	18.59	
Σ	81.00	75.19	58.29	61.25	66.52	52.00	67.73	461.98

**Cuadro 7.** Valores medios de la dimensión de las lesiones por tratamiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
<b>Tratamientos</b>	6	196.9226	32.8204	2.8665	2.8500	0.05%
<b>Error</b>	14	160.2946	11.4496		4.4600	0.01%
<b>Total</b>	20	357.2172				

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para el parámetro dimensión de las lesiones.

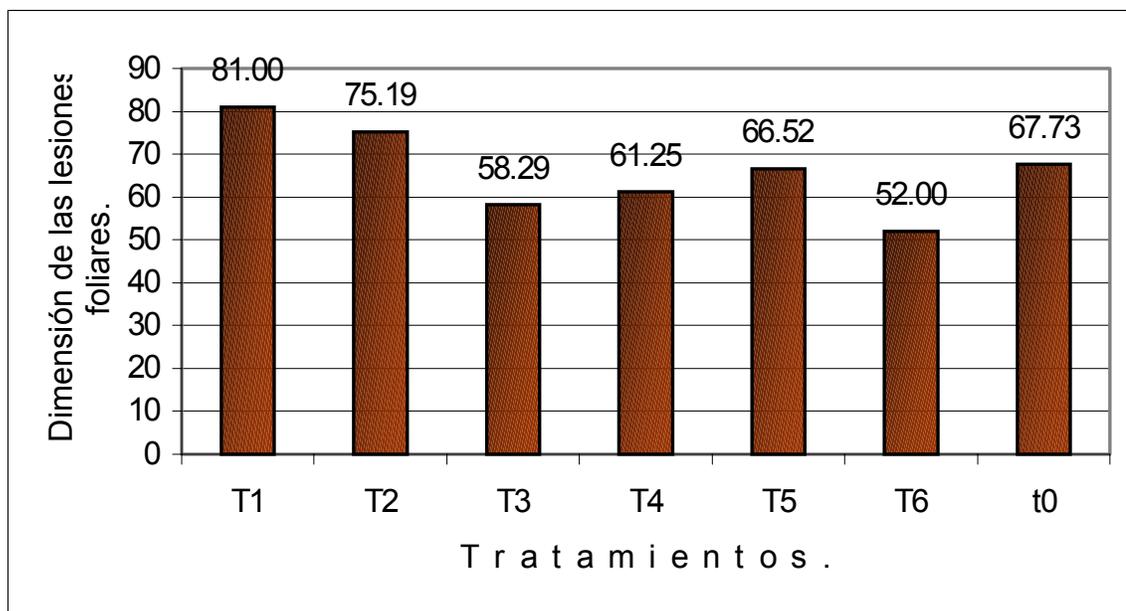
El tratamiento que mostró un mayor control sobre el tamaño de las lesiones se obtuvo mediante la prueba de comparación de medias de Tukey debido a que el valor obtenido fue más estricto que con el método de la DMS, pues con éste se lograron tres categorías de significancia, mientras que con la DHS sólo hubo dos.

Tratamiento		DHS = 9.4359			
<b>T1</b>	<b>500 ppm</b>	27.00	17.5641		B
<b>T2</b>	<b>1000 ppm</b>	25.06	15.6276	A	B
<b>Testigo</b>	<b>0 ppm</b>	22.58	13.1409	A	B
<b>T5</b>	<b>2500 ppm</b>	22.17	12.7387	A	B
<b>T4</b>	<b>2000 ppm</b>	20.42	10.9821	A	B
<b>T3</b>	<b>1500 ppm</b>	19.43	9.9927	A	B
<b>T6</b>	<b>3000 ppm</b>	17.33	7.8975	A	

**Cuadro 9.** Comparación de medias para el parámetro dimensión de las lesiones usando la DHS a un 95 por ciento de confiabilidad.

La dimensión de las lesiones resultó representativa debido a que, una vez presentes en la hoja, se mantuvieron del mismo tamaño hasta que ésta se desprendió de la planta; lo anterior influyó en los valores obtenidos en los conteos.

Para este parámetro se tuvieron dos niveles de significancia al 95 por ciento de confiabilidad. Los tratamientos dos, cinco, cuatro, tres y seis ofrecieron un mayor grado de control sobre esta variable. Debe resaltarse que el tratamiento tres fue más efectivo que el cuatro y éste, a su vez, que el cinco; en el testigo se observó mayor control que en los tratamientos dos y uno; véanse cuadro 9 y figura 12.



**Figura 8.** Dimensión de las lesiones por tratamiento.

#### Número de Hojas Sanas.

Este concepto no mostró significancia en el análisis de varianza a los niveles de confiabilidad establecidos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
<b>Tratamientos</b>	6	728.0505	121.3418	1.2904	2.8500	0.05%
<b>Error</b>	14	1316.5034	94.0360		4.4600	0.01%
<b>Total</b>	20	2044.5539				

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para el parámetro número de hojas sanas.

#### Número de Hojas Enfermas.

En este parámetro los tratamientos aplicados mostraron diferencias e influyeron en la cantidad de hojas enfermas por planta y UE.

La disminución del número de hojas enfermas por *P. s.* pv. *syringae* se detalla a continuación.

	<b>T1 500 ppm</b>	<b>T2 1000 ppm</b>	<b>T3 1500 ppm</b>	<b>T4 2000 ppm</b>	<b>T5 2500 ppm</b>	<b>T6 3000 ppm</b>	<b>Testigo 0 ppm</b>	
<b>R1</b>	13.00	10.43	9.14	9.57	10.14	7.86	14.29	
<b>R2</b>	14.57	15.29	9.29	10.43	11.29	8.43	23.86	
<b>R3</b>	14.57	15.14	9.14	8.71	11.86	7.71	25.43	
<b>Σ</b>	42.14	40.86	27.57	28.71	33.29	24.00	63.57	260.14

**Cuadro 11.** Valores medios del número de hojas enfermas por tratamiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.c.</b>	<b>F.t.</b>	
<b>Tratamientos</b>	6	362.5092	60.4182	9.0985	2.8500	0.05%
<b>Error</b>	14	92.9660	6.6404		4.4600	0.01%
<b>Total</b>	20	455.4752				

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para el parámetro número de hojas enfermas.

El tratamiento más eficaz en la disminución del número de hojas enfermas se determinó usando la prueba de comparación de medias DHS, pues el valor de agrupación fué más selectivo que el obtenido mediante la DMS. Las dos pruebas mostraron valores parecidos, sólo en el caso de la DMS a 95 por ciento de confiabilidad se tuvieron cuatro categorías de significancia, mientras que en los demás niveles de confiabilidad sólo hubo dos categorías.

<b>Tratamiento</b>		<b>DHS 7.1860</b>			
<b>Testigo</b>	<b>0 ppm</b>	21.19	14.0045		B
<b>T1</b>	<b>500 ppm</b>	14.05	6.8617	A	B
<b>T2</b>	<b>1000 ppm</b>	13.62	6.4331	A	
<b>T5</b>	<b>2500 ppm</b>	11.10	3.9093	A	
<b>T4</b>	<b>1500 ppm</b>	9.57	2.3855	A	
<b>T3</b>	<b>2000 ppm</b>	9.19	2.0045	A	
<b>T6</b>	<b>3000 ppm</b>	8.00	0.8140	A	

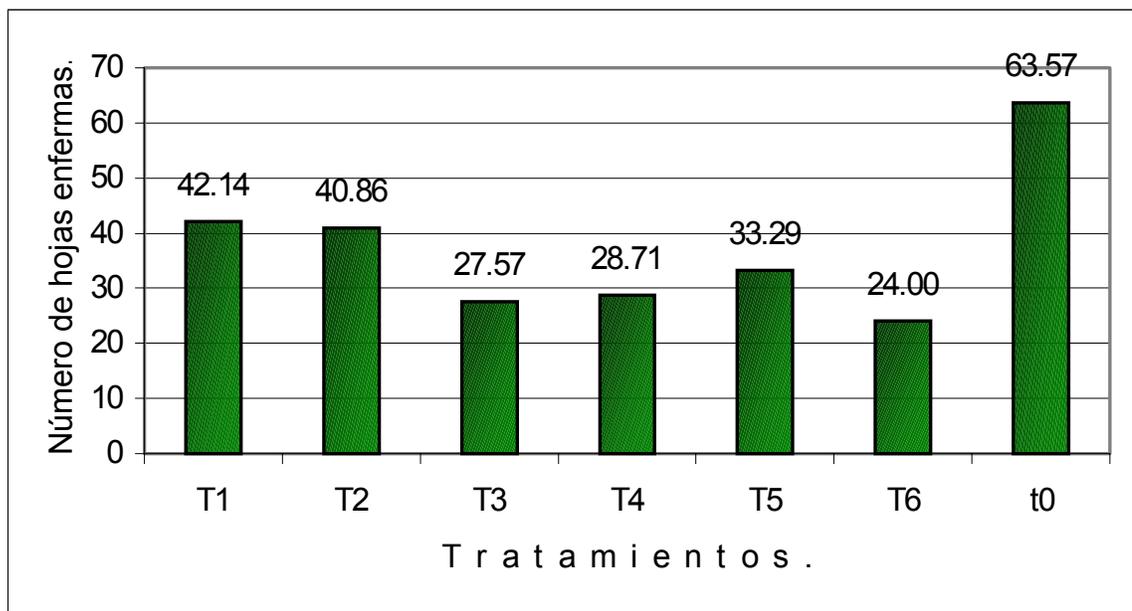
**Cuadro 13.** Comparación de medias para el parámetro número de hojas enfermas usando la DHS a un 95 por ciento de confiabilidad.

Tratamiento		DHS = 9.0457			
Testigo	0 ppm	21.19	12.1448		B
T1	500 ppm	14.05	5.0019	A	B
T2	1000 ppm	13.62	4.5734	A	B
T5	2500 ppm	11.10	2.0496	A	
T4	1500 ppm	9.57	0.5258	A	
T3	2000 ppm	9.19	0.1448	A	
T6	3000 ppm	8.00	-1.0457	A	

**Cuadro 14.** Comparación de medias para el parámetro número de hojas enfermas usando la DHS a un 99 por ciento de confiabilidad.

Al igual que en el número de lesiones foliares, para el número de hojas enfermas también fué notorio el control de los tratamientos sobre esta variable.

Las pruebas de comparación de medias arrojaron dos niveles de significancia a los rangos de confiabilidad preestablecidos; en ellos los tratamientos dos, tres, cuatro, cinco y seis fueron equivalentes pero se logró un mayor control con los tratamientos cuatro y tres que con el cinco. Véanse cuadros 11 y 12 y figura 13.



**Figura 9.** Número de hojas enfermas por tratamiento.

### Altura de la Planta.

La variable altura de la planta no tuvo diferencias significativas debidas a la aplicación de los tratamientos; lo anterior se manifiesta en el análisis de varianza.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
Tratamientos	6	29.6916	4.9486	0.2233	2.8500	0.05%
Error	14	310.3140	22.1653		4.4600	0.01%
Total	20	340.0056				

**Cuadro 15.** Análisis de varianza para el parámetro altura de la planta.

El que un tratamiento a una menor concentración haya ejercido un control más eficaz que un tratamiento a una concentración mayor sobre las variables evaluadas puede deberse al grado de infección inicial mostrado por las plantas de *Unquadia speciosa* que conformaron las distintas UE.

Se considera que la emisión de hojas sanas y la altura de la planta obedecieron más a la fenología de la planta que a los estímulos provistos por los tratamientos, de ahí que estos parámetros no mostraran diferencias.

Durante la visita de campo realizada del 8 al 12 de febrero de 1999 al Área de Protección de Flora y Fauna "Maderas del Carmen", lugar de colecta de la semilla, se observó que cuatro de 31 plantas de *U. speciosa* mostraban síntomas de la enfermedad provocada por *P. s. pv. syringae*. La rusticidad de la planta sumada a las condiciones edáficas, hídricas y ambientales de su área de distribución natural no han permitido la diseminación del patógeno, no siendo el caso en la producción de planta de esta especie en el invernadero, donde los factores suelo, agua, luminosidad, viento y temperatura fueron cambiados drásticamente dando paso a la producción de cantidades excesivas de inóculo que terminaron por infectar las plantas en crecimiento.

De lo anterior se desprende la necesidad de dar a las plantas las condiciones que más se acerquen a las de su medio natural.

Por los potenciales riesgos de introducción de enfermedades al centro de producción el germoplasma o material vegetativo con cualidades sanitarias dudosas debe ser descartado de cualquier programa de producción de planta.

Dado el potencial productivo del invernadero, es fundamental vigilar la sanidad del material y equipo empleado, sea germoplasma, material vegetativo o equipo de trabajo.

La utilización de productos de amplio espectro puede ser una opción para abatir los costos de producción al disminuir la cantidad de agroquímicos utilizados en la producción de planta.



## CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación demuestran que el producto N – alquil – dimetil – bencil – cloruro de amonio si afecta el ciclo de la enfermedad provocada por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* Van Hall. a la especie forestal *Ungnadia speciosa* Endl.

En general, los tratamientos dos al seis fueron iguales pues mostraron la misma significancia en las pruebas de comparación de medias, no así el tratamiento uno que tuvo un comportamiento inferior. Lo anterior refleja que si existieron diferencias debidas al efecto de las soluciones diluidas del producto sobre las especies estudiadas.

## **RECOMENDACIONES.**

Se deben proveer a las plantas las condiciones que más se asemejen a las de su área de distribución natural, en especial si la producción va a ser destinada para plantaciones en los mismos sitios de donde se extrae el germoplasma.

Es necesario implementar como norma de operación rutinaria la desinfección de semilla, material vegetativo, herramientas y equipo para evitar la propagación de cualquier enfermedad.

Se debe evitar al máximo la introducción al invernadero de especies cuya susceptibilidad para contraer enfermedades y/o plagas sea alto, tal es el caso de los cultivos hortícolas.

En cuanto al uso del N – alquil – dimetil – bencil – cloruro de amonio para combatir enfermedades producidas por procariotes fluorescentes se sugiere el uso de una solución diluida a 1500 ppm.

Se debe tener cuidado en la dosificación si se pretende controlar otro tipo de microorganismos, tanto para evitar fitotoxicidad por dosis elevadas como resistencia del patógeno por diluciones bajas.

Se aconseja realizar más estudios como el presente y, en lo posible, extenderlos al campo para validar la información obtenida en laboratorio e invernadero para, a mediano plazo, planear la creación de grupos toxicológicos para bactericidas y fungicidas, información por demás importante en la elaboración de programas de control de enfermedades.

## RESUMEN.

Éste estudio se efectuó en el Invernadero de Alta Tecnología del Departamento de Forestal de la U.A.A."A.N."; el cual fue instalado en 1994 y tiene capacidad para producir 2,000,000 de plantas por año.

El objetivo del experimento fue evaluar la eficiencia del amonio cuaternario de amplio espectro N – alquil – dimetil – bencil – cloruro de amonio contra la bacteria fitopatógena *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* Van Hall. que atacó a la especie forestal *Ungnadia speciosa* Endl.

El diseño experimental usado fue el completamente aleatorio con siete tratamientos y tres repeticiones, siendo integrada cada unidad experimental por nueve plantas, todas afectadas por la bacteria. Los tratamientos consistieron en la aplicación del producto a diferentes concentraciones diluidas; así, las concentraciones de los tratamientos fueron las siguientes: tratamiento uno 500 ppm, tratamiento dos 1000 ppm, tratamiento tres 1500 ppm, tratamiento cuatro 2000 ppm, tratamiento cinco 2500 ppm, tratamiento seis 3000 ppm y el testigo.

Los parámetros evaluados fueron: número de lesiones foliares, dimensión de las lesiones, número de hojas sanas, número de hojas enfermas y altura de la planta.

La investigación se inició con la toma de datos y aplicación del producto el día 18 de diciembre de 1998, terminando con la sexta aplicación el día 28 de marzo de 1999 y la séptima toma de datos el día 17 de abril del mismo año.

Los análisis estadísticos revelaron diferencias en tres de las cinco variables estudiadas; estas fueron número de lesiones foliares, dimensión de las lesiones y número de hojas enfermas. Las pruebas de comparación de medias de Tukey al 95 por ciento de confiabilidad arrojaron tres, dos y dos categorías de significancia respectivamente.

El análisis de varianza realizado para la variable dimensión de las lesiones no tuvo significancia al 99 por ciento de confiabilidad; mientras que para el número de lesiones foliares y el número de hojas enfermas las comparaciones de medias realizadas a un 99 por ciento de confiabilidad mostraron tres y dos categorías de significancia respectivamente.

Para la variable número de lesiones foliares los tratamientos que ejercieron un mayor control sobre la bacteria fueron, en orden de eficiencia, el tratamiento seis, tres, cinco, cuatro, dos y uno. Estadísticamente el comportamiento de los tratamientos dos al seis fue equivalente a los dos niveles de confiabilidad preestablecidos.

En el control de la dimensión de las lesiones el tratamiento más eficaz fué el seis, seguido del tres, cuatro, cinco y dos. En el análisis de varianza este parámetro solo tuvo significancia al 95 por ciento de confiabilidad.

Para el número de hojas enfermas el mejor comportamiento lo mostró el tratamiento seis seguido del cuatro, tres, cinco, dos y uno.

Al 95 por ciento de confiabilidad los tratamientos dos al seis fueron iguales, mientras que al 99 por ciento todas las diluciones mostraron semejanza.

Contra la bacteria fitopatógena *P. s. pv. syringae* hospedante de la especie forestal *U. speciosa* los tratamientos más efectivos fueron: tratamiento seis 3000 ppm, tratamiento tres 1500 ppm, tratamiento cuatro 2000 ppm y tratamiento cinco 2500 ppm. Dado lo anterior se consideró el tratamiento tres aconsejable para combatir la enfermedad en invernadero.

## LITERATURA CITADA.

- Anónimo. 1998. Low-water use and drought-tolerant plants. Official Regulatory List for Arizona Department of Water Resources. Tucson Active Management Area. Tucson, Az; U.S.A.  
<http://ag.arizona.edu/OALS/oals/dru/LWUintro.html>
- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. Ed. Limusa. 2da. ed. D.F; México. 838 pp.
- Burke, H. R; Jackman, J. A. y Rose, M. 1994. Insects associated with woody ornamental plants in Texas. Texas A & M University. Department of entomology.  
<http://entowww.tamu.edu/extension/publications/woody.html>
- Cazorla, F. M; Olalla, L; Tores, J. A; *et al.* 1995. A method for estimation of population densities of ice nucleating active *Pseudomonas syringae* in buds and leaves of mango. Journal of Applied Bacteriology. 79 (3): 341-346.
- Cerezo, H. V. 1998. Identificación de microorganismos presentes en *Azalea sp*; *Gardenia jasminoides*, *Ungnadia speciosa* así como el control químico de bacterias *in vitro*. Tesis licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 53 pp.
- Cutter, C. N; Dorsa, W. J. y Siragusa, G. R. 1996. Application of Carnatrol™ and Timsen™ to decontaminate beef. United States Department of Agriculture. National Agricultural Library. Technology Transfer Information Center. Report Number: 0000067681. N. E; U.S.A.
- Dirección General de Geografía (DGG). 1982. Manuel Benavides. Carta edafológica. H13-9. Escala: 1:250,000. Color: Varios. 1era. ed. México. 1 hoja.
- Dirección General de Geografía. 1983. Boquillas del Carmen. Carta topográfica. H13D47. Escala: 1:50,000. Color: Varios. 1era. ed. México. 1 hoja.
- Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTN). 1981. Manuel Benavides. Carta hidrológica de aguas superficiales. H13-9. Escala: 1:250,000. Color: Varios. 1era. ed. México. 1 hoja.

- Dorliagro. 1999. Dorliagro agricultural supplies distributor. División agrícola de Dorlia, S. A. de C. V. Quito, Ecuador. <http://www.altesa.net/dorlia.htm>
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ta. ed. D.F; México. 220 pp.
- Goto, M. 1992. Fundamentals of bacterial plant pathology. Academic Press Inc. Ca; U.S.A. 342 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1984. Manuel Benavides. Carta de uso del suelo y vegetación. H13-9. Escala: 1:250,000. Color: Varios. 1era. ed. México. 1 hoja.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática 1996. Manuel Benavides. Carta topográfica. H13-9. Escala: 1:250,000. Color: Varios. 2da. ed. México. 1 hoja.
- Instituto Nacional de Ecología – Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (INE–SEMARNAP). 1997. Programa de manejo del área de protección de flora y fauna Maderas del Carmen. 1era. ed. D.F; México. 127 pp.
- Jones, S. B. y Luchsinger, A. E. 1986. Plant systematics. McGraw-Hill, Inc. 2nd. ed. D. F; México. 512 pp.
- Lipe, J. A. 1999. Deer-resistant landscape plants. The Texas A&M University System. <http://www.tpoint.net/neighbor/Deer.html>
- León, N. J. 1998. Evaluación de dos materiales orgánicos en la etapa *in vitro* contra *Rhizoctonia solani* Kuhn. Tesis licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. \_\_\_\_pp.
- Manhart, J. R. 1999. Vascular plant image gallery. Bioinformatics working group. Texas A & M University. <http://www.csdl.tamu.edu/FLORA>
- Martínez, M. 1979. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Ed. Fondo de Cultura Económica. 1era. ed. D.F; México. 1220 pp.
- Mazarei, M. y Mostofipour, P. 1994. First report of bacterial canker of kiwifruit in Iran. Plant Pathology. 43 (6): 1055-1056.
- Mo, Y. Y; Geibel, M; Bonsall, R. F; *et al.* 1995. Analysis of sweet cherry *Prunus avium* L. leaves for plant signal molecules that activate the syrB gene required for synthesis of the phytotoxin, syringomycin, by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Plant Physiology. 107 (2): 603-612.

- Okehi Group. \_\_\_\_\_. Timsen. Ammonium benzyl dimethyl N – alkyl. Fungicide, bactericide and viricide. Okehi Group. Macon, Ga; U.S.A.
- Pelczar, M. J. 1981. Microbiología. Ed. McGraw-Hill. 2da. ed. Madrid, España. 830 pp.
- Scortichini, M. 1997. *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* associated with decline in olive due to an excess of magnesium. *Informatore Fitopatologico*. 47 (12): 47-50.
- Spotts, R. A. y Cervantes, L. A. 1995. Cooper, oxitetracycline and streptomycin resistance of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* strains from pear orchards in Oregon and Washington. *Plant disease*. 79 (11): 1132-1135.
- Sprague, S. C. 1965. Manual of trees of North America. Vol. II. Dover Publications Inc. 2nd. ed. N. Y; U.S.A. 934 pp.
- Struttman, J. M. 1999. Butterflies of North America. Butterflies of North Carolina. Henry's Elfin *Callophrys (Incisalia) henrici*.  
<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/distr/lepid/bflyusa/nc/4519.htm>
- Villarreal, Q. J. y Valdés, R. J. 1992. Vegetación de Coahuila. Manejo de pastizales. 6 (1): 9-18.
- Villarreal, Q. J. 1993. Introducción a la botánica forestal. Ed. Trillas – U.A.A.A.N. 2da. ed. D.F; México. 148 pp.
- Vines, R. A. 1960. Trees, Shrubs and woody vines of the southwest. Dan Dancinger Publications Fund – University of Texas Press. Austin, Tx; U.S.A. 1104 pp.

## APÉNDICE A.

Distribución aleatoria de los tratamientos en el diseño experimental utilizado.

<b>Repetición</b>	<b>Tratamiento</b>						
<b>1</b>	1	2	0	6	3	4	5
<b>2</b>	6	4	3	1	5	2	0
<b>3</b>	5	2	0	1	3	4	6

## APÉNDICE B.

### Hoja de campo.

Fecha de conteo: \_\_\_\_\_

T1R1	N.L.	D.L.	N.H.S.	N.H.E.	H.P.	T1R2	N.L.	D.L.	N.H.S.	N.H.E.	H.P.
1						1					
2						2					
3						3					
4						4					
5						5					
6						6					
7						7					
8						8					
9						9					

(Fragmento).

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Donde:

T1R1 = Tratamiento 1; repetición 1.

N.L. = Número de lesiones foliares.

D.L. = Dimensión de las lesiones (%).

N.H.S. = Número de hojas sanas.

N.H.E. = Número de hojas enfermas.

H.P. = Altura de la planta (cm).