


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

PRESENCIA DE ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO E INCIDENCIA  
DE LA ROYA AGALLADORA (*Cronartium* sp.) EN VIVEROS DE  
PINO (*Pinus* sp.) EN LOS DEPARTAMENTOS DE GUATEMALA, BAJA  
VERAPAZ, ZACAPA, EL PROGRESO, JALAPA, ZACATEPEQUEZ,  
CHIMALTENANGO Y HUEHUETENANGO.



TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR:  
ANGEL JOSE RAMON GONZALEZ CORONADO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO  
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1992

DL

01

T(1364)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. ALFONZO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL I	Ing. Agr. Mynor Estrada
VOCAL II	Ing. Agr. Waldemar Nufio
VOCAL III	Ing. Agr. Carlos Roberto Motta de Paz
VOCAL IV	Br. Elías Raymundo
VOCAL U	P. Agr. Francisco Ibarra
SECRETARIO	Ing. Agr. Marco Romilio estrada Muy

Guatemala, Octubre de 1, 992.

Señores Tribunal Examinador y Junta Directiva  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señores:

De Conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado: PRESENCIA DE ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO E INCIDENCIA DE LA ROYA AGALLADORA (Cronartium sp) EN VIVEROS DE PINO (pinus sp.) EN LOS DEPARTAMENTOS DE GUATEMALA, BAJA VERAPAZ, ZACAPA, JALAPA EL PROGRESO, SACATEPEQUEZ, CHIMALTENANGO Y HUEHUETENANGO. Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando contar con la aprobación del mismo.

Atentamente.

  
~~Angel José Ramón González Coronado.~~

ACTO Y TESIS QUE DEDICO

- A DIOS
- A MIS PADRES : Angel José Ramón González Alvarez  
Conchita Coronado de González
- A OLIMPIA MARCUCCI : Especialmente
- A MIS HERMANOS : Angel Francisco  
Jorge Emilio  
Francisco Celestino  
Antonio Adolfo  
Carlos Alberto
- A MIS SOBRINOS : Maria de los Angeles  
José Francisco  
Jorge Antonio
- A MIS ABUELITAS : Trinidad Vela Vda. de Coronado  
Maria T. Alvarez Vda. de González
- A MIS TIOS : Francisco Adolfo Coronado Vela  
Emilio Coronado Vela  
Maria Teresa González Alvarez  
Amanda Coronado McClaud  
Jorge González Alvarez
- A MIS PRIMOS : Francisco E. Coronado de León (+)  
Alejandro Quintana González  
Ronnie McClaud Coronado
- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS EN GENERAL
- A ESCUINTLA

## AGRADECIMIENTO

AL: Ing. Agr. Edil Rodriguez  
Ing. Agr. Edgar Franco

Por su colaboración incondicional en la  
asesoría del presente estudio.

AL: Ing. Agr. Juan José Castillo Montt  
P. A. Ernesto Carrillo

Por su amistad y consejos durante mis -  
años de estudio.

AL: Programador Analista Fernando Paredes Cermeño

Por su colaboración en la impresión del-  
presente estudio.

## C O N T E N I D O

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCION .....	1
II. JUSTIFICACION .....	3
III. OBJETIVOS .....	4
IV. HIPOTESIS .....	5
V. MARCO TEORICO .....	6
1. Ciclo de vida de la Roya agalladora del pino .....	6
2. Efecto de los factores ambientales sobre la Roya agalladora del pino .....	9
3. Daño causado por la Roya agalladora del pino .....	10
4. Antecedentes sobre la roya agalladora en Guatemala .....	11
5. Formación de estructuras de almacenamiento en plántulas de <u>Pinus oocarpa</u> .....	13
VI. MATERIALES Y METODOS .....	14
VII. RESULTADOS Y DISCUSION .....	22
VIII. CONCLUSIONES .....	29
IX. RECOMENDACIONES .....	30
X. BIBLIOGRAFIA .....	31
XI. APENDICE .....	32
INDICE DE FIGURAS	
Figura 1 .....	8
INDICE DE CUADROS	
CUADRO 1 .....	15
CUADRO 2 .....	18
CUADRO 3 .....	24
CUADRO 4 .....	25
CUADRO 5 .....	26

PRESENCIA DE ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO E INCIDENCIA DE LA ROYA AGALLADORA (Cronartium sp.) EN VIVEROS DE PINO (Pinus sp.) EN LOS DEPARTAMENTOS DE GUATEMALA, BAJA VERAPAZ, ZACAPA, EL PROGRESO, JALAPA, SACATEPEQUEZ, CHIMALTENANGO Y HUEHUETENANGO.

PRESENCE OF STORAGE STRUCTURES AND INCIDENCE OF RUST GALL (Cronartium sp.) IN GREEN HOUSE OF PINE (pinus sp.) LOCATED IN THE DEPARTMENTS OF GUATEMALA, BAJA VERAPAZ, ZACAPA, EL PROGRESO, JALAPA, SACATEPEQUEZ, CHIMALTENANGO AND HUEHUETENANGO.

#### RESUMEN

Los pinos son las coníferas de mayor importancia en el país y al igual que otras especies forestales son afectadas por plagas y enfermedades, dentro de éstas últimas se encuentra la roya agalladora del pino (5).

Esta enfermedad alcanza un alto grado de incidencia, además de ello se reporta que algunas especies de pino producen estructuras de almacenamiento en la base del tallo; estas estructuras se confunden con el daño que causa la roya agalladora del pino, por ello se hace

necesario conocer, cual es la presencia de ambas en los viveros. Con esta investigación básica se pretende conocer los niveles de incidencia y las pérdidas económicas que causa la enfermedad. Al mismo tiempo este trabajo debe servir para establecer los métodos de control necesarios para la roya agalladora del pino en vivero.

La alta incidencia y severidad de la roya agalladora hace que la regeneración natural de los bosques sea limitada.

En el presente estudio se evaluó la incidencia de la roya agalladora (Cronartium sp), y la presencia de estructuras de almacenamiento en viveros de pino ubicados en los departamentos de Huehuetenango, Chimaltenango, Baja Verapaz, Zacapa, Jalapa, Guatemala y El Progreso.

La metodología utilizada para la realización del presente estudio se dividió en tres fases: Etapa de gabinete inicial, etapa de campo y laboratorio y una etapa de gabinete final.



La primera etapa consistió en la localización del área de estudio y cálculos como: el número de viveros por departamento, datos del vivero, el número de plantas por vivero. En la etapa de campo y laboratorio se tomaron muestras directas en el campo para posteriormente analizarlas para la determinación de estructuras de almacenamiento o roya agalladora; y la etapa de gabinete final fundamentalmente consistió en el análisis y tabulación de la información.

Los resultados obtenidos indicaron que las especies susceptibles a la roya agalladora son: Pinus oocarpa y Pinus maximinoi, el primero es más susceptible a enfermedad. La mayor incidencia en Pinus oocarpa se encontró en el departamento de Baja Verapaz con un 28.66%, en el departamento de Jalapa se observó un 10.83% y en el departamento de Chimaltenango un 5.12%. Para Pinus maximinoi, la incidencia que se observó, fue de: 1.51% para Baja Verapaz, 1.2% para Jalapa y 0.39%.

## I. INTRODUCCION.

La regeneración natural de los bosques es afectada por varios factores, uno de ellos son los patógenos que afectan las especies principalmente de coníferas, desde el estado de plántula.

La roya agalladora del pino (Cronartium sp.) es la enfermedad más importante que afecta las principales especies de bosques de coníferas, especialmente a la especie del género pinus por lo que su regeneración natural se restringe o limita.

Así también la presencia de la roya agalladora en especies de pino a nivel de viveros causa pérdidas económicas que aún no se han cuantificado; sin embargo la etiología ó desarrollo de la enfermedad, también se ha confundido con la formación de estructuras de almacenamiento que forman algunas especies de pino.

Ante el panorama anterior, la diferenciación de las estructuras de almacenamiento anteriormente mencionadas y la presencia de las agallas causadas por la roya debe ser objeto de investigación básica para evitar pérdidas

de material innecesario y para implementar métodos de control para esta enfermedad.

El presente estudio consistió en evaluar la incidencia de la roya agalladora (Cronartium sp.) y la presencia de estructuras de almacenamiento en viveros de pino ubicados en los departamentos de Huehuetenango, Chimaltenango, Baja Verapaz, Zacapa, Jalapa, Guatemala y El Progreso.

En los viveros se encontró las especies de pino siguientes: Pinus oocarpa, Pinus maximinoi y Pinus Pseudoestobos, de estas especies mostraron susceptibilidad a la roya agalladora: Pinus oocarpa y Pinus maximinoi, siendo el primero más susceptible. La mayor incidencia de la roya agalladora se encontró en el departamento de Baja Verapaz, en donde se observó el 30.17% de las plantas afectadas con roya agalladora, la menor incidencia se observó en el departamento de Huehuetenango con un 0.38%.

El Pinus oocarpa forma estructuras de almacenamiento que se han confundido con el daño causado por la roya, la presencia de estas estructuras fue más evidente en Baja Verapaz, en donde el 41.90% de las plantas de Pinus oocarpa manifestaron la presencia de las mismas.



## II. JUSTIFICACION.

Los pinos son las coníferas de mayor importancia en el país y al igual que otras especies forestales son afectadas por plagas y enfermedades, dentro de estas últimas se encuentra la roya agalladora del pino.

Se reporta que ésta enfermedad alcanza un alto grado de incidencia, además de ello se reporta que algunas especies de pino producen estructuras de almacenamiento en la base del tallo, las estructuras se confunden con el daño que causa la roya agalladora del pino, por lo que es necesario conocer, cual es la incidencia de ambas en los viveros. Sobre esta base se hace necesario conocer cual es la pérdida económica que causa la roya agalladora, debido a que los niveles de incidencia que se reportan para Pinus oocarpa son muy altos. Y así establecer los métodos de control, para evitar pérdidas de material innecesario.

III. OBJETIVOS.

1. Determinar la incidencia de la roya agalladora y la presencia de estructuras de almacenamiento en plántulas de pino en los viveros.
  
2. Cuantificar las pérdidas económicas causadas por la roya agalladora en plántulas de pino en viveros.

#### IV. HIPOTESIS.

1. Existe mayor presencia de plantas con estructuras de almacenamiento o plantas sanas que de plantas afectadas con roya agalladora en los viveros de pino.

2. La roya agalladora del pino produce pérdidas económicas en viveros de pino.

## V. MARCO TEORICO.

### 1. CICLO DE VIDA DE LA ROYA AGALLADORA DEL PINO.

El ciclo de vida de las especies del género Cronartium se inicia con las basidiosporas formada sobre una teliospora, estas basidiosporas solamente son infectivas en el genero Pinus y no en el hospedante primario Quercus. El tubo germinativo de las mismas ingresa a través del estoma de las acículas del pino para posteriormente formar las agallas. (5).

Luego de la formación de agallas, sobre estas aparecen exudaciones, las cuales contienen las picniosporas. Aproximadamente un año después se producen las aeciosporas sobre las agallas que han producido exudaciones, son transportadas por el viento y germinan en el hospedante primario (Quercus), en donde desarrolla el estado de uredio, luego el telium y de nuevo las basidiosporas que infectan al pino, cerrandose el ciclo, para luego formarse el típico tumor cerebroide que

generalmente aparece al año de ocurrir la infección por las basidiosporas. En la figura 1 se muestra el ciclo de vida de la roya agalladora del pino. (5).

Las aeciosporas para germinar requieren de 11-29°C con una temperatura óptima de 21°C y alta humedad relativa. Dos semanas después de la infección se origina el estadio de Uredium que produce urediosporas, siendo ésta la fase repetitiva del hongo infectando a otros encinos. Las urediosporas se diseminan por el viento, y para germinar necesitan alta humedad relativa y un rango de temperatura de 15-20°C con una óptima de 18°C, la infección de las hojas de encino por aeciosporas y urediosporas requieren de 16-20 horas y una atmósfera saturada. Del mismo micelio se origina el estadio llamado telium produciendo teliosporas, las cuales requieren de 18 horas para germinar en atmósfera saturada y con temperatura de 12-24°C (5).

Las teliosporas al germinar dan origen al estadio llamado basidium en este estadio se produce las basidiosporas que son diseminadas por el viento, al ser depositadas sobre el pino germina y el micelio penetra



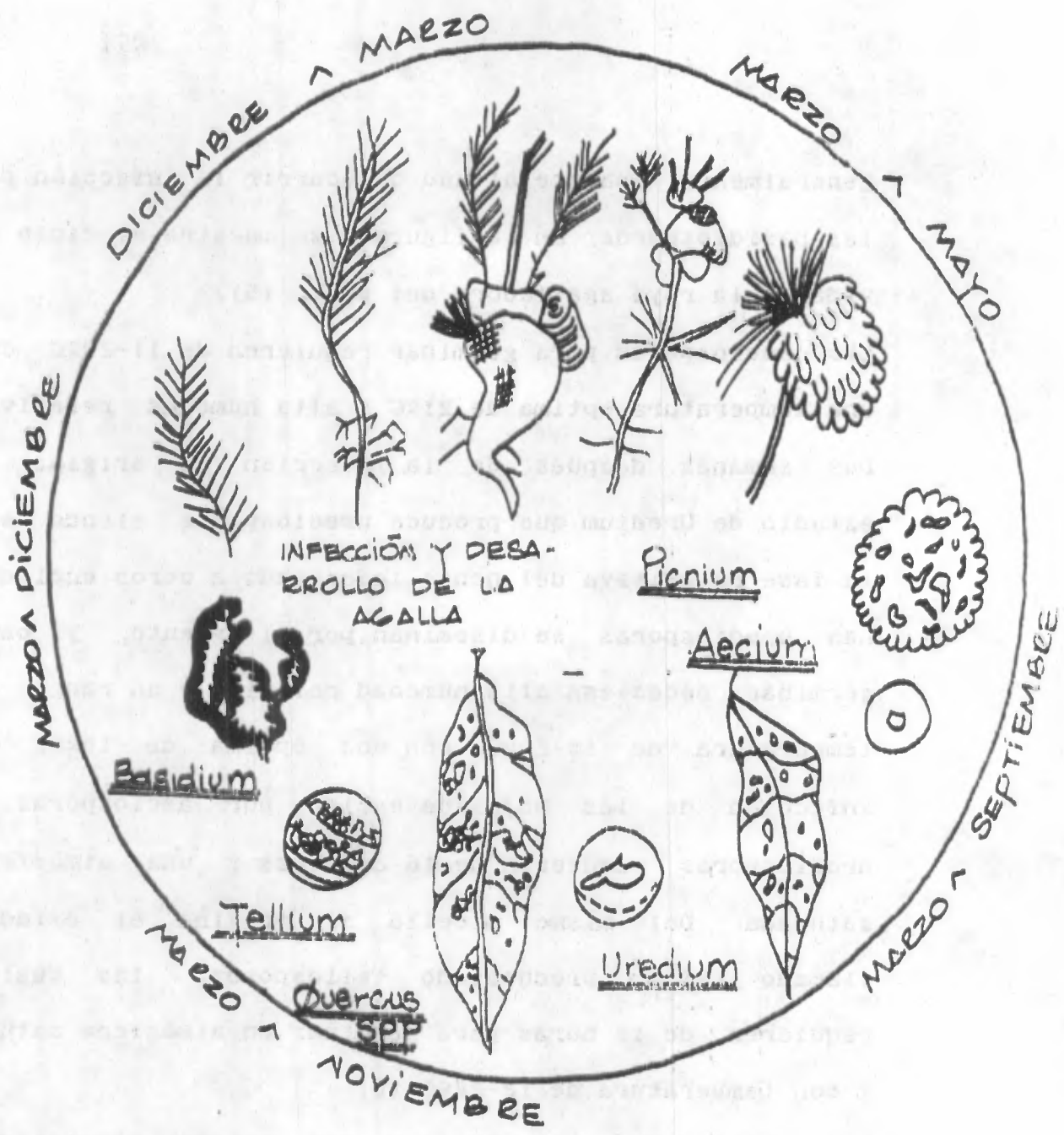
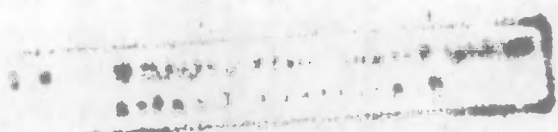


Figura 1. Ciclo de Vida de la Roya Agalladora del Pino.  
 Fuente † Determinado por el autor. 1,991.



por las acículas y retoños suculentos. Las basidiosporas se dispersan generalmente durante la noche y la madrugada, la dispersión es mayor en noches precedidas por lluvias, para germinar requieren un rango de temperatura de 15-26°C, una óptima de 22°C y de una película de agua sobre las hojas del pino, mientras que a 8°C no se desarrollan (2).

El daño económico se presenta en la mayor parte de plántulas infectadas, las que mueren pocos años después de plantadas reduciendo la productividad de las áreas. Otros árboles infectados son deformados afectando el volumen y calidad de madera producida.

## 2. EFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LA ROYA AGALLADORA DEL PINO.

Los elementos que influyen sobre la roya agalladora son: la luz, la humedad, la nubosidad, el viento, humedad relativa y evaporación.

La luz como uno de los principales factores influye en el desarrollo del hospedante, con lo cual los procesos como formación, liberación y germinación así como, la

infección se ven afectados por los distintos niveles de temperatura (2).

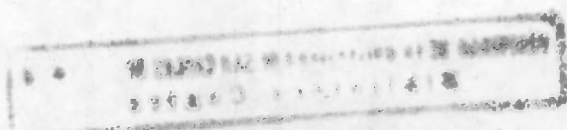
Las teliosporas de la roya agalladora del pino (Cronartium sp.) se ven afectadas por la temperatura, como factor importante en el proceso de germinación, germinan a temperatura de 16 a 27 °C.

Otro factor importante es la humedad, a una atmosfera saturada de 97 al 100% de humedad, las teliosporas encuentran las condiciones apropiadas para la germinación (2).

### 3. DAÑO CAUSADO POR LA ROYA AGALLADORA DEL PINO.

La sintomatología de la roya agalladora se presenta en la formación de agallas en la base del tallo o en plántulas pequeñas pero también pueden formarse en ramas. Por ello, es la enfermedad mas destructiva de los arboles de pino, causando la muerte, reduciendo así la productividad de los bosques y afectando la calidad de la madera.

En los últimos años el impacto económico de la roya



agalladora del pino se ha incrementado, reportándose pérdidas en Estados Unidos, Canadá, México, China y Japón (4).

Las pérdidas también ocurren en invernaderos y en huertos semilleros donde los árboles de valor considerable mueren o son dañados reduciéndose la producción de semilla. Las pérdidas causadas por la roya agalladora en los Estados Unidos estimadas en 1952 fueron de 10.5 millones de dólares anualmente (4).

#### 4. ANTECEDENTES SOBRE LA ROYA AGALLADORA EN GUATEMALA.

La roya agalladora del pino causada por el hongo Cronartium sp fué reportada en Guatemala desde 1942 siendo una de las principales enfermedades que afectan las coníferas en el país (5).

En 1982 Juárez Martínez, reportó a Cronartium Quercum f. sp. fusiforme como la causante de la epifitía a nivel de vivero y campo. Así mismo reporta que la enfermedad estaba distribuida en todos los viveros registrados durante el periodo 1982 - 1983 (5).

Flores, M.A. (3) indica que la roya agalladora del pino en Guatemala, es incitada por C. cerebrum y está distribuida en los departamentos de Guatemala, Santa Rosa, El Progreso y Baja Verapaz .

Roger S.W. (6) indica que Cronartium conigenum es la única roya de los pinos que se ha reportado previamente en Centro América, la cual causa el aborto de la semilla y reduce posteriormente la regeneración natural, y que la misma puede causar los síntomas que manifiesta la roya agalladora.

La Dirección General de Bosque y Vida Silvestre (Antiguamente el Instituto Nacional Forestal) reportó que la enfermedad estaba distribuida en todos los viveros durante el período de 1982-1983, variando la incidencia de ésta del 5% al 98%. La especie que mostró los valores de incidencia más altos fue: Pinus montezumae Lambert (98%), siguiéndole P. oocarpa (95%), mientras que P. maximinoi en viveros fue mayor del 25%, valor registrado en San Jerónimo, Baja Verapaz.

5. FORMACION DE ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO EN PLANTULAS DE Pinus oocarpa.

La habilidad de la planta para formar estructuras de almacenamiento es parcialmente explicada por la adaptación ecológica a la sequia y quemas frecuentes.

La función primaria de las estructuras de almacenamiento es suplementar la turgencia de las células debido a la falta de agua y nutrientes para el desarrollo de las partes axilares o cuello de la raíz o bien para el desarrollo radicular durante la época de menos precipitación pluvial (5).

La formación de estructuras de almacenamiento es más frecuente en plántulas de zonas sub - tropicales secas. Aparentemente el desarrollo de órganos de almacenamiento es una adaptación evolutiva a climas adversos y se debe tomar en cuenta cuando se va a reforestar áreas con bajos niveles de precipitación pluvial con Pinus oocarpa (7).

## VI. MATERIALES Y METODOS.

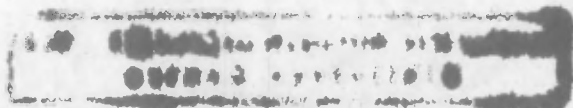
El presente estudio se dividió en tres fases: etapa de gabinete inicial, fase de campo y laboratorio y una fase de gabinete final.

### 1. Fase de Gabinete Inicial.

#### 1.1 Localización del Area de Estudio.

La Dirección General de Bosque y Vida Silvestre (DIGEBOS) tiene bajo su cargo la administración de viveros en todo el territorio nacional. Dentro de este marco operativo, se tomaron por su importancia en cuanto a la producción de pino en vivero, los siguientes departamentos: Huehuetenango, Chimaltenango, Baja Verapaz, Jalapa, Zacapa, Guatemala y El Progreso.

En cada departamento la institución antes mencionada, reportó el número total de viveros que se muestran en el cuadro 1 y dentro de estos se determinó la unidad básica de muestreo y tamaño de la muestra.



CUADRO 1: VIVEROS LOCALIZADOS EN LOS DEPARTAMENTOS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO.

REGION	DEPARTAMENTO	VIVERO
I	GUATEMALA	LABOR DE CASTILLA * EL HORMIGO TEOCINTEGO LA LAGUNA * PALENCIA SAN JOSE PINULA * STA. ROSITA (zona 16) SAN RAYMUNDO SAN PEDRO SACATEPEQUEZ * SAN JUAN SACATEPEQUEZ * LAS NINFAS *
II	BAJA VERAPAZ	NUEVO SAN JERONIMO * SAN JERONIMO * LAS ANONAS STA. CRUZ EL CHOL * GRANADOS *
III	ZACAPA  EL PROGRESO	ZACAPA * EL ROSARIO EL PINAL * GUALAN ESTANZUELA *  SAN ANTONIO LA PAZ * SAN LUIS BUENA VISTA * EL BENQUE VIEJO SAMARATE * SAN SARE * LAS NAVAJAS
IV	JALAPA	SAN LUIS JILOTEPEQUE AURORA *
U	SACATEPEQUEZ	XENACQJ FLORENCIA * EL POTRERO COOPERATIVA 4 PINOS *
	CHIMALTENANGO	SAN JOSE POAQUIL ASTILLERO MUNICIPAL * LOS APOSENTOS * STA. APOLONIA LAGUNA DE OXIDACION COJAL JUNYU SAN MARTIN *
VII	HUEHUETENANGO	LOS ALISOS *

FUENTE : DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION DE LA DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE.

\* VIVEROS QUE SALIERON SELECCIONADOS EN LA MUESTRA



### 1.2 Unidad de Muestreo.

La unidad básica de muestreo para el presente estudio fue el vivero. Para determinar el número total de viveros que se muestrearon se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \sum_{i=1}^m N_i p_i q_i}{N^2 D^2 + \sum_{i=1}^m N_i p_i q_i}$$

donde:

$n$  = Tamaño de la muestra total.

$N$  = Tamaño de la población de interés.

$N_i$  = Tamaño poblacional del estrato  $i$ .

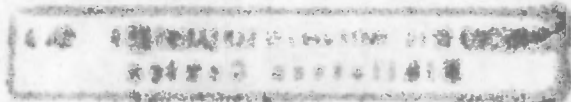
$p_i$  = Proporción de interés o de éxito.

$q_i$  = Proporción que no presenta las características de interés.

$$D = d/Z \omega/2$$

$d$  = Precisión utilizada para el trabajo.

$Z_{\omega/2}$  = Coeficiente de confianza obtenido de las tablas de distribución normal.



El resultado obtenido con la fórmula anterior permite obtener el total de unidades básicas a muestrear, utilizándose el muestreo aleatorio estratificado posteriormente se determinó el número total de viveros para cada departamento.

El número de viveros para cada departamento se obtuvo con la Asignación Neyman siguiente:

$$n_i = \frac{N_i}{N} * n$$

tal que:

$n_i$  = Tamaño de la muestra para cada estrato  $i$ .

$N_i$  = Tamaño poblacional del estrato  $i$ .

$N$  = Tamaño de la población de interés.

$n$  = Tamaño total de la muestra.

Luego de obtenerse el tamaño de la muestra total, el tamaño de la muestra para cada estrato - ó departamento se procedió a determinar el número total de plantas que sirvieron para el muestreo simplemente aleatorio (1), dentro de cada vivero seleccionado, en el cuadro 2 se indica el número de viveros, plantas por vivero y plantas muestreadas. Para ello se utilizó la siguiente

CUADRO 2: VIVEROS VISITADOS POR DEPARTAMENTO Y  
NUMERO DE PLANTAS MUESTREADAS.

DEPARTAMENTO	# DE VIVEROS	# DE PLANTAS MUESTRADAS
GUATEMALA	6	1,596
BAJA VERAPAZ	4	1,064
ZACAPA	3	798
EL PROGRESO	4	1,064
JALAPA	1	266
SACATEPEQUEZ	2	532
CHIMALTENANGO	3	798
HUEHUETENANGO	1	266

Fuente. Determinada por el autor. 1,991.

fórmula:

$$n = \frac{p * q}{D^2 + pq/N}$$

donde:

n = Tamaño de la muestra para población finita.

p = Proporción de elementos con características de interés.

q = Proporción de elementos sin la característica de interés.

N = Tamaño de la población.

D = d / Z  $\alpha$ /2

d = Presición utilizada para el trabajo.

Z = Coeficiente de confianza obtenido en las tablas de distribución normal.

## 2. FASE DE CAMPO Y DE LABORATORIO.

### 2.1 Fase de Campo:

Finalizada la fase de gabinete, se visitaron los viveros seleccionados, se procedió a calcular el número de

plantas dentro del vivero, así como plantas enfermas por la roya agalladora para posteriormente calcular su incidencia, también se tomó datos respecto del vivero. El número de plantas a muestrear en cada vivero fue de 266 plantas para hacer un total de 6,384 plantas, en el Cuadro 2, se resume esta información por departamento. Para calcular las pérdidas económicas que ocasiona la roya agalladora en los viveros de pino, se procedió a realizar entrevistas con los encargados de cada vivero, para finalmente obtener el costo unitario de las plantas en vivero de acuerdo a boleta que se muestra en el apéndice 4.

## 2.2 FASE DE LABORATORIO

De las plantas observadas en cada vivero con la sintomatología de las agallas de la roya agalladora y/o estructuras de almacenamiento, se procedió a tomar muestras de las mismas, las cuales se transportaron al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para realizar a cada planta cortes histológicos y cuyos montajes fueron teñidos, para determinar la presencia de la roya o de las estructuras de almacenamiento. Para la

determinación de la roya agalladora se utilizó el procedimiento de la Fuccina Acida, el cual es descrito a continuación:

Se colocaron unas gotas en un vidrio de reloj de la solución 1/100 de fuccina ácida luego se colocaron cristales de hidrato de cloral hasta llegar a la saturación, posteriormente se dejó reposar durante cinco minutos, a continuación se colocaron los cortes en la solución por un minuto y cuando se sacaron se les agregó lactofenol claro y posteriormente se observaron bajo el microscopio.

### 3. FASE DE GABINETE FINAL

#### 3.1 Análisis de la información:

Reunida la información se hizo una codificación y tabulación de la información, para finalizar con un análisis estadístico simple (cálculo de porcentajes y medias sobre la población) para determinar la presencia de roya y/o estructuras de almacenamiento en cada vivero y por departamento. Este mismo procedimiento se realizó con los datos obtenidos acerca de la pérdida económica, la cual se determinó sobre la base de la boleta de los costos de producción. (Apéndice 4).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

Incidencia de la roya agalladora del pino (Cronartium sp).

En viveros se encontró las especies de pino siguientes:

Pinus oocarpa, Pinus maximinoi y Pinus pseudoestobos,

en estas especies Pinus oocarpa y Pinus maximinoi

presentaron estructuras producidas por la infección de

la roya agalladora del pino. La especie más susceptible

es Pinus oocarpa, especie en la cual, la incidencia de

la enfermedad oscila entre 0.38% y 28.66% en los

departamentos de la república. El Pinus maximinoi

mostró incidencia que oscila entre 0.03% y 1.51% .

El cuadro 3 muestra la incidencia de la roya agalladora por departamento estudiado.

La mayor incidencia de la roya agalladora se manifestó en el departamento de Baja Verapaz con un 30.17% en este departamento Pinus oocarpa tiene una incidencia de 28.66% y Pinus maximinoi de 1.51%. En el departamento de Huehuetenango se manifestó la menor incidencia de la enfermedad con un 0.38%, en este departamento la especie de Pinus oocarpa tiene una incidencia de 0.38% y la especie de Pinus maximinoi no presenta síntomas. El cuadro 3 muestra la incidencia de la roya agalladora por departamento.

#### Presencia de estructuras de almacenamiento:

Únicamente se encontró estructuras de almacenamiento en Pinus oocarpa. En todos los departamentos de la república esta especie presentó estructuras de almacenamiento, la mayor presencia se observó en el departamento de Baja Verapaz, en donde el 41.90% de plantas mostraban estas estructuras, le siguió en importancia el departamento de Jalapa, en el cual el 40.47% de plantas mostraron la presencia de las estructuras referidas. La menor presencia de estructuras de almacenamiento en Pinus oocarpa se encontró en el departamento de Huehuetenango, en donde el 10.96% de plantas observadas presentaron estas estructuras.



## CUADRO 3:

INCIDENCIA DE LA ROYA  
AGALLADORA POR ESPECIE  
DE PINO POR DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO	<i>Pinus oocarpa</i> (INCIDENCIA %)	<i>Pinus maximinoi</i> (INCIDENCIA %)	INCIDENCIA POR DEPARTAMENTO EN AMBAS ESPECIES.
GUATEMALA	2.76	0.31	3.07
BAJA VERAPAZ	28.66	1.51	30.17
ZACAPA	0.47	0.03	0.50
EL PROGRESO	1.21	0.11	1.32
JALAPA	10.83	1.20	12.03
SACATEPEQUEZ	0.72	0.03	0.75
CHIMALTENANGO	5.12	0.39	5.51
HUEHUETENANGO	0.38	0.00	0.38

Fuente. Determinado por el autor. 1,991.

El cuadro 4 muestra la presencia de estructuras de almacenamiento en pinus oocarpa por departamento.

**CUADRO 4: PRESENCIA DE ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO EN Pinus oocarpa POR DEPARTAMENTO.**

DEPARTAMENTO	% DE PLANTAS CON ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO DE Pinus oocarpa.
GUATEMALA	29.08
BAJA VERAPAZ	41.98
ZACAPA	14.92
EL PROGRESO	29.68
JALAPA	48.47
SACATEPEQUEZ	12.90
CHIMALTENANGO	12.28
HUEHUETEMANGO	10.96

Fuente. Determinado por el autor. 1,991.

Se ha reportado alta incidencia de la roya agalladora del pino en las especies de pino de Guatemala (5). La alta incidencia reportada se debe a la confusión de las estructuras de almacenamiento que ésta especie presenta con la agalla que produce la roya agalladora. El cuadro 5 muestra comparativamente para Pinus oocarpa la presencia de plantas con agalla producida por roya agalladora; plantas con estructuras de almacenamiento y plantas sin agalla ni estructura de almacenamiento.

**CUADRO 5: PLANTAS DE Pinus oocarpa CON AGALLA PRODUCIDA POR ROYA AGALLADOR, CON ESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO Y PLANTAS SANAS.**

DEPARTAMENTO	% DE PLANTA CON AGALLA PRODUCIDA POR ROYA.	% DE PLANTAS CON ESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO	% DE PLANTAS SIN ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO NI AGALLAS.
GUATEMALA	2.76	29.88	68.16
BAJA VERAPAZ	28.66	41.90	29.44
ZACAPA	0.47	14.92	84.61
EL PROGRESO	1.21	29.60	69.19
JALAPA	10.83	40.47	48.70
SACATEPEQUEZ	0.72	12.90	86.38
CHIMALTENANGO	5.12	12.28	82.60
HUEHUETENANGO	0.38	10.96	88.66

### Pérdida Económica

De acuerdo a las actividades agronómicas necesarias para el establecimiento de un vivero, se estima un costo medio de producción por planta de Q. 0.36.

La pérdida económica está ligada a la incidencia de la roya, se asume que las plantas enfermas no pueden continuar con su desarrollo normal. Sobre esta base en promedio, en las áreas estudiadas, se pierden el 7.35% de plantas de pino.

**COSTO DE PRODUCCION. Requerimiento de mano de obra, insumos y costos/1000 plantas en vivero. Marzo de 1991.**

ACTIVIDAD MANO DE OBRA	UNIDAD MEDIDA	PRECIO	CANTIDAD	COSTO REAL
Siembra Camas Germ.	Jornal	11.20	0.01	0.112
Riego Camas Germ.	Jornal	11.20	0.06	0.672
Desinf. Camas Germ.	Jornal	11.20	0.01	0.112
Sombreo Camas Germ.	Jornal	11.20	0.01	0.112
Limp. y Niv. Sitio	Jornal	11.20	0.08	0.896
Extrac. y transp. Tierra/Arena	Jornal	11.20	0.86	9.632
Mezc.Tierra/Arena	Jornal	11.20	0.28	3.136
Marcar y Esta. Eras	Jornal	11.20	0.03	0.336
Embolse 6-10	Jornal	11.20	1.25	14.000
Transplante	Jornal	11.20	0.67	7.504
Resiembra	Jornal	11.20	0.87	9.744
Rieg.Mano	Bolsas	Jornal 11.20	1.54	17.248
Riego Mecánico	Jornal	11.20	0.39	4.368
Limpia de Calles	Jornal	11.20	12.20	136.640
Fertilización	Jornal	11.20	1.28	14.336
Deshierbe de	Bolsas	Jornal 11.20	2.26	25.312
Control de plagas y enfermedades	Jornal	11.20	0.02	0.224
Escarda de Bolsas	Jornal	11.20	0.55	6.160
Reacomodo de Bolsas	Jornal	11.20	0.74	8.288
Selección de planta	Jornal	11.20	0.21	2.352
Despacho de planta	Jornal	11.20	0.40	4.480
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>23.72</b>	<b>268.464</b>

INSUMOS	UNIDAD MEDIDA	PRECIO	CANTIDAD	COSTO REAL
Camión	Mt 3	20.00	1.90	38.00
Bolsa 6- 10	Millar	22.00	1.00	22.00
Estacas	Unidad	30.00	0.78	23.40
Aldrín	Litro	18.96	0.02	0.38
Urrea	Libra	0.32	0.23	0.07
Semilla	Libra	90.00	0.03	2.70
Madera	Pie-tab.	1.50	1.04	1.56
Grapas	Libra	2.25	0.01	0.02
Nylon	Mt 2	0.45	1.29	0.58

**TOTAL DE INSUMOS** 88.71

**TOTAL DE COSTOS VARIABLES** 357.17

### VIII. CONCLUSIONES.

1. Las especies de Pinus oocarpa y Pinus maximinoi son susceptibles a la roya agalladora del pino.

Pinus oocarpa es la especie de pino más susceptible a la roya agalladora.

2. El alto nivel de incidencia que se reporta en Guatemala de roya agalladora en los viveros de pino, se debe a que existe una confusión de las deformaciones que ocasiona la roya agalladora y/o estructuras de almacenamiento, en el tallo de la plántula éste último constituye órgano de almacenamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos queda establecido que la roya agalladora, en los viveros de pino, si causa pérdida económica y, se estima que por cada mil plantas, existe una pérdida económica de Q 26.46 quetzales.

## IX. RECOMENDACIONES.

1. Es importante que a los encargados de los viveros se les dé un adiestramiento adecuado para que estén capacitados en la diferenciación entre plántulas con estructuras de almacenamiento o sanas.

2. Es adecuado implementar métodos o técnicas de control para la roya agalladora del pino, mientras éstas se encuentran en el vivero, principalmente cuando se tiene Pinus oocarpa, esto es importante en los departamentos de Baja Verapaz, Jalapa y Chimaltenango, en donde se manifestó la mayor incidencia de la enfermedad.

## X. BIBLIOGRAFIA.

1. ALVAREZ, V.M. 1988. Tamaño de muestra, procedimientos usuales para su determinación. Tesis Mag. Sc. Chapingo, México. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Centro de Estadística y Cálculo. p. 30-33, 46-47.
2. BARNARD, E.L. 1983. Insectos y problemas importantes de las enfermedades forestales en Florida. Estados Unidos. Departamento de Agricultura, División Forestal. Boletín no. 196-A, p. 63-64, 87.
3. FLORES, M.A. 1959. Introducción a la patología forestal. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 14.
4. FRENCH, D.W.; COWLING, E.B. 1975. Diseases of forest and shade trees. s.n.t. p. 130-132, 136-137
5. JUAREZ, M.R. 1983. Estudio sobre la roya agalladora del pino (Cronartium quercum f. sp. fusiforme) en plantas de pino (Pinus sp.) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 5.
6. ROGER, S.W. 1984. Investigación preliminar de la enfermedad roya del pino (Cronartium quercum en Guatemala y sus implicaciones de diseminación en la región de Centro América. Estados Unidos, Universidad de la Florida. p. 3.
7. VENATOR, C.R. 1976. Formación de estructuras de almacenamiento y brotes al cuello de la raíz en plántulas de Pinus occarpa. Rio Piedras, Puerto Rico. Institute of Tropical Forestry. p. 41-45.





A P E N D I C E



APENDICE 1

IDENTIFICACION DEL VIVERO

1. Aldea \_\_\_\_\_
2. Municipio \_\_\_\_\_
3. Departamento \_\_\_\_\_
4. Precipitación \_\_\_\_\_
5. Altitud \_\_\_\_\_
6. Temperatura media mensual \_\_\_\_\_
7. Zona de vida \_\_\_\_\_
8. Tiempo de operar \_\_\_\_\_ años.
9. Especies que han producido \_\_\_\_\_
10. Especies que producen actualmente \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
11. Cantidad de plantas que producen anualmente \_\_\_\_\_
12. Dist. a que están ubicados bosques de encino \_\_\_\_\_
13. Enfermedad que afecta al vivero \_\_\_\_\_
14. Se ha observado con anterioridad síntomas de la Roya agalladora \_\_\_\_\_

APENDICE 2

DETERMINACION SINTOMATOLOGICA DE LA ROYA AGALLADORA Y  
PRESENCIA DE ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO.

Vivero \_\_\_\_\_

Especie \_\_\_\_\_

Procedencia \_\_\_\_\_

No. total de plantas de la especie \_\_\_\_\_

No. de plantas con roya agalladora \_\_\_\_\_

No. de plantas sanas y/o con estructuras de  
almacenamiento \_\_\_\_\_

Se utilizó una de estas boletas por cada especie de pino  
existente y se muestreó cada especie en forma separada.



APENDICE 4

BOLETA PARA DETERMINAR COSTOS DE PRODUCCION

Vivero \_\_\_\_\_ Departamento \_\_\_\_\_

COSTOS DIRECTOS

- Bolsa (dimensiones y costo)
- Semilla
- Jornales
- Llenado de bolsas
- Siembra
- Riego
- Transplante
- Limpias
- Agua de riego
- Arrendamiento
- Pesticidas (fungicidas, Herbicidas e insecticidas)
- Fertilizantes
- Total de plantas producidas

COSTO INDIRECTO

Administración \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Costo estimado por planta producida \_\_\_\_\_

Precio unitario de venta al público \_\_\_\_\_





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

Ref. Sem. 032-92.


LA TESIS TITULADA: "PRESENCIA DE ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO E INCIDENCIA DE LA ROYA AGALLADORA (Cronartium sp.) EN VIVEROS DE PINO (Pinus sp.) EN LOS DEPARTAMENTOS DE GUATEMALA, BAJA VERAPAZ, ZACAPA, EL PROGRESO, JALAPA, ZACATEPEQUEZ, CHIMALTENANGO Y HUEHUETENANGO".

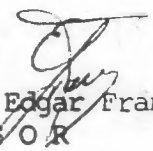
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ANGEL JOSE RAMON GONZALEZ CORONADO


CARNET No: 82-90047

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Arturo López  
 Ing. Agr. Luis Ortíz

Los Asesores 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.

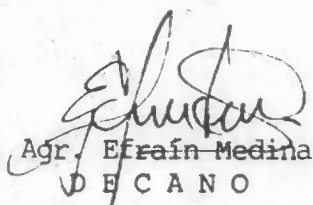
  
 Ing. Agr. Raúl Rodríguez  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Edgar Franco  
 ASESOR

  
 Dr. Luis Mejía de León  
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E

  
 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
 DECANO

