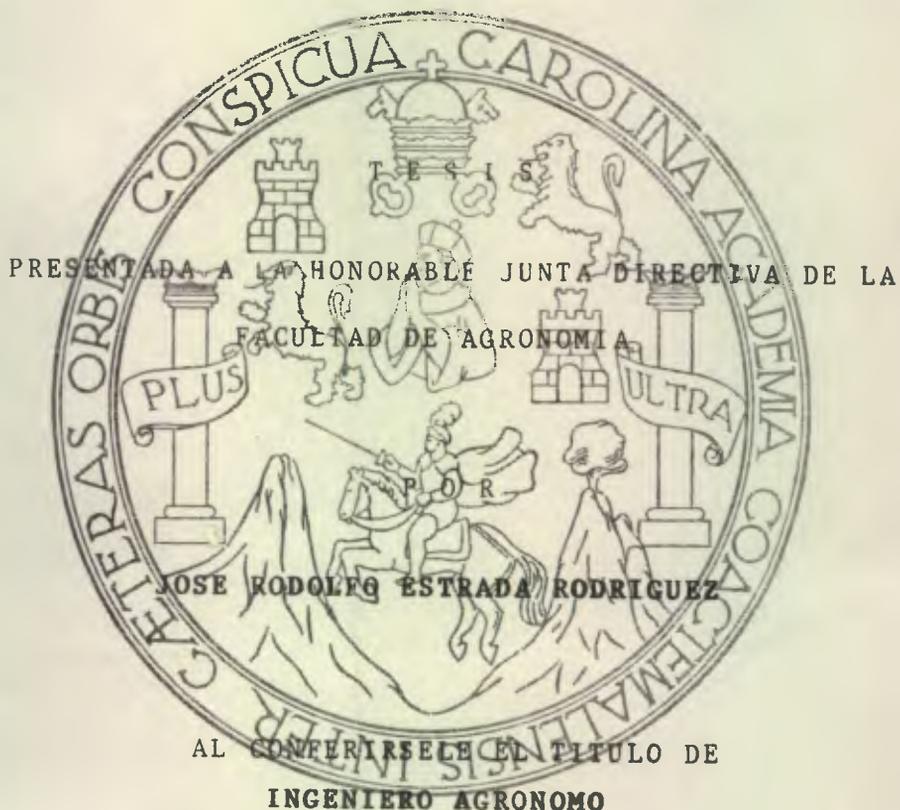


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y HOSPEDANTES DE LA ROYA
AGALLADORA DEL PINO (Cronartium spp) EN EL MUNICIPIO DE
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA



EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, octubre de 1988

DL
01
T(1966)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

- | | |
|------------|---------------------------------|
| DECANO | ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M. |
| VOCAL I | ING. AGR. GUSTAVO A. MENDEZ |
| VOCAL II | ING. AGR. JORGE SANDOVAL I. |
| VOCAL III | ING. AGR. MARIO MELGAR M. |
| VOCAL IV | Br. MARCO A. HIDALGO |
| VOCAL V | P. A. BYRON MILIAN |
| SECRETARIO | ING. AGR. JOSE R. LARA ALECIO |



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,
24 de Octubre de 1988.

Ingeniero Agrónomo:
Aníbal Martínez Muñoz,
Decano de la Facultad de Agronomía,
Universidad de San Carlos de Guatemala.

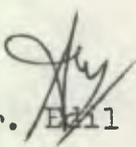
Estimado Ing. Martínez:

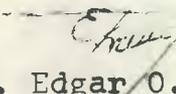
De manera atenta le informamos que hemos finalizado la asesoría del trabajo de tesis titulado: "ESTUDIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y HOSPEDANTES DE LA ROYA AGALLADORA DEL PINO (Cronartium spp) EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA". El cual fue realizado por el estudiante José Rodolfo Estrada Rodríguez.

Consideramos que la investigación realizada constituye un aporte muy valioso en el conocimiento de las enfermedades forestales y contribuirá a desarrollar métodos para el control de la roya agalladora, que es la principal enfermedad en los bosques de Guatemala. El trabajo llena los requisitos para ser aceptado como tesis de grado.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr.  Edil Rodríguez.

Ing. Agr.  Edgar O. Franco.

Guatemala,
Octubre de 1988

Señores
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
Facultad de Agronomía.

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 vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "ESTUDIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y HOSPEDANTES DE LA ROYA AGALLADORA DEL PINO (Cronartium spp) EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA".

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



P.A. José Rodolfo Estrada Rodríguez

JRER.

TESIS QUE DEDICO

- A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA
- AL: INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA
- AL: Programa de Becas al Interior del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- AL: Personal administrativo, docente y alumnado de la Escuela de Formación Agrícola de Sololá.
- A: Mis profesores en general.
- A: San Miguel Petapa.
- A: Los Campesinos de mi país.
- A: La Cofradía de San Miguel Petapa
Por su apoyo moral y espiritual.
- A: Mis compañeros de trabajo.
- A: Mis compañeros de estudio en general, en especial a:
Efraín Salazar
Miguel Antonio González Rosales
Pedro Armira
Rafael Rodríguez Recinos
Manuel Del Valle Cano
Mynor Manolo Velásquez González
Arturo Morales Sandoval
Adelso Revolorio Quevedo
Jorge Orantes Salguero
- A: Mis amigas y amigos en general, en especial a:
Sandra González V.
Héctor O. y Yuri M. Solórzano González
Juan Luis y E. Osmundo González Colíndres
Víctor M. y M. Orlando Colíndres y Colíndres
Rafael E. González Rosales
V. Ovidio González Estrada

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes personas y entidades, por la colaboración prestada en la presente investigación.

- A: Los Ingenieros Agrónomos Edgar O. Franco R. y Edil Rodríguez, por su acertada asesoría, tiempo y esfuerzos dedicados para la realización del presente trabajo.
- A: Los Ingenieros Agrónomos Heber Rodríguez y César Castañeda, por las sugerencias planteadas para el mejoramiento del estudio.
- AL: Hospital Infantil del Club de Leones de San Juan Sacatepéquez, por permitir desarrollar este estudio dentro de su área boscosa.
- AL: Departamento de Becas al Interior, del Ministerio de Agricultura, por haber financiado mi carrera universitaria.
- AL: Ing. Agr. Víctor Hugo González Bautista, por su apoyo moral e intelectual, brindado en cada momento.
- A: María Antonieta Molina Santos y Elma Q. de León, por el trabajo mecanográfico del presente trabajo.

C O N T E N I D O

		Página
	INDICE DE CUADROS	i
	INDICE DE GRAFICAS'	ii
	RESUMEN	iii
I	INTRODUCCION	1
II	OBJETIVOS	3
III	REVISION DE LITERATURA	4
	1. Ciclo de vida del hongo causante de la roya fusiforme del pino (<u>Cronartium</u> spp).	4
	2. La roya agalladora del pino (<u>Cronartium</u> spp.) en Guatemala.	6
	3. Daño causado por la roya agalladora en otros países.	7
	4. Especies de royas y sus hospedantes.	7
	5. Estudios de susceptibilidad de las especies de pino de Guatemala a la roya del pino.	10
IV	MATERIALES Y METODOS	11
	1. Localización del estudio	11
	2. Materiales y equipo utilizado	11
	3. Metodología de la fase de invernadero y laboratorio.	13
	4. Metodología de la fase de campo.	15
	5. Variables analizadas a nivel de invernadero y laboratorio.	18
	6. Variables analizadas a nivel de campo	19
	7. Análisis de los resultados	19

	Página
V RESULTADOS Y DISCUSION	21
1. Comportamiento de seis especies de encino a la inoculación con la roya agalladora del pino (<u>Cronartium</u> spp)	21
2. Comportamiento de la roya agalladora del pino (<u>Cronartium</u> spp)	24
VI CONCLUSIONES	38
VII RECOMENDACIONES	39
VIII BIBLIOGRAFIA	40
IX APENDICE	41
1. Boleta para registros de especies de pino.	42
2. Boleta para registros de agallas nuevas en árboles de pino.	43
3. Boleta para registros de especies de encino.	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Susceptibilidad relativa y potencial e incidencia de seis especies de encino a la roya agalladora del pino (<u>Cronartium</u> spp).	23
2	Número promedio de agallas por árbol de pino, localización y forma de las mismas y presencia de agallas nuevas.	29

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica	Página
1 Manifestación de los estadíos de la roya agalladora del pino (<u>Cronartium</u> spp), de noviembre de 1985 a noviembre de 1986.	27
2 Desarrollo de las agallas provenientes de infecciones nuevas, de noviembre de 1985 a noviembre de 1986.	31
3 Relación entre la precipitación, la brotación y el crecimiento del área foliar del pino y los estadíos de la roya agalladora del pino (<u>Cronartium</u> spp), de noviembre de 1985 a noviembre de 1986.	34
4 Relación entre la precipitación, la brotación y el crecimiento del área foliar de las especies de encino y los estadíos de la roya agalladora del pino (<u>Cronartium</u> spp), de noviembre de 1985 a noviembre de 1986.	37

ESTUDIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y HOSPEDANTES DE LA ROYA
AGALLADORA DEL PINO (Cronartium spp) EN EL MUNICIPIO DE
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

STUDIES ON THE DEVELOPMENT AND PLANT SPECIES AFFECTED BY THE
PINE GALL RUST (Cronartium spp) IN SAN JUAN SACATEPEQUEZ
GUATEMALA

R E S U M E N

Guatemala, ha venido sufriendo un excesivo deterioro en sus área boscosas como efecto de: talas inmoderadas, incendios, daño por plagas y enfermedades. Una enfermedad presente en los bosques de nuestro país es la roya agalladora del pino (Cronartium spp), cuyo daño económico no ha sido estimado, sin embargo es la más destructiva en el Sur de los Estados Unidos.

El estudio, se llevó a cabo de noviembre de 1985 a noviembre de 1986 en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, teniendo como objetivos evaluar la susceptibilidad a la roya agalladora del pino de especies de encino y conocer el comportamiento de la enfermedad. Consistió en una fase de laboratorio e invernadero y una de campo.

Las variables analizadas fueron: susceptibilidad relativa; susceptibilidad potencial; incidencia; número de agallas por árbol de pino; época de producción de picnium, aecium, uredium, telium y basidium; localización, forma y tamaño de agallas; época de brotación y crecimiento del área en árboles de pino y encino.

Los resultados permitieron llegar a las siguientes conclusiones: las especies Quercus conspersa, Q. Skinneri, Q. tristis, y Q. brachystachys mostraron alata susceptibilidad a la roya agalladora, mientras que Q. peduncularis y

Q. sapotaefolia baja susceptibilidad. Los estadíos se presentaron con mayor frecuencia así: picnium de marzo a mayo de 1986; secium de la segunda semana del mes de abril a la segunda semana del mes de julio de 1986; uredium mayo y junio de 1986; telium y basidium de junio a septiembre de 1986; infecciones nuevas noviembre y diciembre de 1985, febrero, marzo, abril, agosto y septiembre de 1986; crecimiento y secamiento de agallas de noviembre de 1985 a noviembre de 1986. Existió una estrecha relación entre el aumento de la humedad con la presencia de los estadíos de la enfermedad, el secamiento de agallas y la alta brotación de los árboles de pino.

I. INTRODUCCION

Los bosques de Guatemala han sufrido en el transcurso de los años un excesivo deterioro causado por: talas inmoderadas, incendios, daños derivados de la presencia de insectos, así como de enfermedades, con lo cual la productividad de las áreas boscosas se ha reducido drásticamente, poniendo en peligro la conservación de los suelos y la extinción de especies animales y vegetales. De esta situación se deriva el problema que está provocando la roya agalladora del pino (Croanrtium spp) en los bosques de pino del país.

En Guatemala no se han estimado las pérdidas económicas ocasionadas por la roya agalladora del pino, sin embargo si se puede afirmar, a través de investigaciones realizadas en Estados Unidos, que esta enfermedad es la más destructiva de los árboles de pino en el Sur de dicho país, causando la muerte de plantas jóvenes y reduciendo el volumen y la calidad de madera (3).

De lo anterior se derivó la necesidad de realizar el estudio sobre el comportamiento y hospedantes de la roya agalladora del pino en el municipio de San Juan Sacatepéquez, con el propósito de conocer en mejor forma la enfermedad y contar con las bases que en el futuro se sirvan para desarrollar métodos efectivos de control.

En este estudio de conoció el comportamiento de la roya agalladora del pino (Cronartium spp) en el municipio de

San Juan Sacatepéquez, del departamento de Guatemala, esto nos permitió conocer varias características de la enfermedad, época en que se presentan los distintos estadios y época en que existe mayor inóculo que puede afectar plantas de pino, asimismo se conoció la susceptibilidad de las especies de encino presentes en el área de estudio y otras existentes en Guatemala. Toda esta información es importante para empezar a desarrollar métodos de control efectivos.

II. OBJETIVOS

1. Evaluar la susceptibilidad a la roya agalladora del pino (Cronartium spp) de especies de encino, presentes en el área de estudio y otras existentes en Guatemala.
2. Conocer el comportamiento de la roya agalladora del pino (Cronartium spp) durante un año en el municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala.
3. Conocer el efecto del clima en el comportamiento de la roya agalladora del pino (Cronartium spp).

III. REVISION DE LITERATURA

1. Ciclo de vida del hongo causante de la roya fusiforme del pino (Cronartium fusiforme) .

Esta roya se presenta en el Sureste de los Estados Unidos y tiene mucha similitud con la presente en Guatemala. Es una roya macrocíclica, heteroica, que se inicia en el pino en el estadio "0" conocido como "Picnium", en el cual se producen las picniosporas un año después de la infección con basidiosporas que provienen del hospedante primario (en cino). Al siguiente año se produce el estadio "I" llamado "Aecium" originándose en él las aeciosporas, éstas son llevadas por el viento a la parte inferior de las hojas jóvenes del hospedante primario (encino), la dispersión de las aeciosporas está muy bien sincronizada con el desarrollo de las hojas jóvenes de los encinos, al germinar las aeciosporas el micelio infecta las hojas a través del estoma y se desarrolla en los espacios intercelulares, alimentándose a través de estructuras absorbentes llamadas haustorios, que se desarrollan en las células del hospedante. 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 "II" llamado "Uredium" que produce urediosporas, siendo esta la fase repetitiva del hongo infectando a otros encinos. En el envés de las hojas se desarrollan pústulas anaranjadas que contienen las urediosporas, las hojas de encino son susceptibles

cuando tienen menos de tres semanas.

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 requiere de 16-20 horas y una atmósfera saturada. Del mismo micelio se origina el estadio "III" llamado "Telium" produciendo teliosporas, las cuales requieren de 18 horas para germinar en atmósfera saturada y con temperatura de 12-24 °C. Las teliosporas al germinar dan origen al estadio "IV" llamado "Basidium" en este estadio se producen las basidiosporas que son diseminadas por el viento, al ser despositadas sobre el pino germinan y el micelio penetra 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.

Las hifas se desarrollan en las acículas luego se extienden a las ramas, eventualmente entran al tallo principal del árbol, éstas colonizan las células del parénquima de la corteza, floema y xilema, así como el cambium, después de varios meses el hongo provoca hiperplasia e hiperplasia de los tejidos causado por la infección, obstruyendo el flujo de savia en la región afectada (ramas y tallos),

si ésta circunda a la rama o tallo provoca la muerte por encima de la agalla. El daño económico se dá 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. La roya agalladora del pino (Cronartium spp) En Guatemala.

En 1942 Johnston (7) reporta que el hongo que infecta al tallo en especies de pino es Cronartium conigenum, produciendo ecidios en Guatemala desde fines de febrero a mayo, en México en altitudes bajas de marzo a mayo, y en altitudes mayores y más al norte la esporulación se retarda.

En el período de 1982 - 1983, Juárez Martínez (6) reporta la presencia de los estadíos de picnium y aecium en pino, observándose aeciosporas sobre las agallas de las ramas de árboles jóvenes y maduros en los meses de febrero, marzo y abril. Además, la presencia de uredium y telium en el envés de las hojas de Quercus conspersa Benth y Q. peduncularis Née, en las otras especies de encino no se manifestaron estos estadíos. También se reporta la incidencia de la roya en los viveros del Instituto Nacional Forestal -INAFOR- para las especies de pino estudiadas, siendo estas las siguientes: Pinus montezumae (98%), P. oocarpa (95%), P. tenuifolia (25%), P. caribea (15%). Mientras que en la aldea Las Anonas, Salamá, B. V., se reporta que la especie

más afectada es Pinus oocarpa, no reportándose P. tenuifolia.

3. Daño causado por la roya agalladora en otros países.

La roya agalladora es endémica en el Sur de los Estados Unidos, especialmente en Carolina del Sur, Georgia, Alabama y Misissipi. Es la enfermedad más destructiva de los árboles de pino en el Sur de los Estados Unidos. Causa la muerte de plantas jóvenes de pino reduciendo la productividad de los bosques, los árboles se deforman, se reduce el rendimiento en volumen de madera y baja la calidad, dando ello lugar a grandes pérdidas. 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 (3). En los últimos años el impacto económico de la roya agalladora del pino se ha incrementado, reportándose daños muy severos en los Estados Unidos, Canadá, México, China y Japón (3).

4. Especies de royas y sus hospedantes

Cronartium conigenum: Afecta a las siguientes especies de pino: Pinus arizonica, P. caribea, P. chihuahuana, P. cooperi, P. lawsoni, P. durangensis, P. engelmanni, P. hartwegii, P. leiophylla, P. patula, P. lumholtzii, P. michoacana, P. montezumae, P. oocarpa, P. ponderosa, P. pseudostrobus, P. rudis, y P. teocote. Sin embargo las más afectadas

son: Pinus chihuahuana, P. leiophylla, P. montezumae, P. occarpa, P. patula y P. teocote (7).

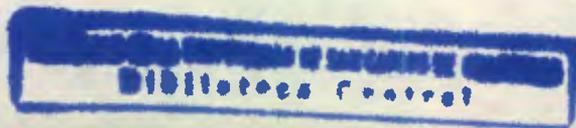
En los Estados Unidos a través de inoculaciones en 1918 y 1920 resultaron ser susceptibles las siguientes especies: Pinus chihuahuana; Quercus palustris; Q. phellos Linn; Q. prinus Linn; Q. rubra Linn; Q. velutina Lam; Q. virginiana; Q. agrifolia Née; Q. coccinea; Q. robur Linn; Q. douglasii Hook & Arn; Q. gambelii Nutt; Q. geminata; Q. alba; Castanea dentata; C. sativa Mill; C. pumila; Q. cerris Linn; Q. minor (March) Sarg; Q. imbricaria Michx; Q. macrocarpa Michx; Q. marilandica Muenchh; Q. platanoides (Lam) Sudw (4).

Cronartium quercuum: En los Estados Unidos como resultado de inoculaciones han resultado susceptibles las siguientes especies: Pinus virginiana Mill. Altamente susceptibles: Quercus nigra L.; Q. rubra L.; Q. velutina Lam. Moderadamente susceptibles: Quercus incana Bartr; Q. marilandica Muenchh; Q. falcata var. falcata; Q. coccinea Muenchh. Poco susceptibles: Quercus phellos L.; Q. falcata var. pagodaefolia Ell; Q. pumila Walt; Q. laevis Walt; Q. laurifolia Michx; Q. michauxii Nutt; Q. lyrata Walt; Q. prinus L.; Q. stellata var. stellata; Q. stellata var. margaretta (Ashe) Sarg; Q. alba L. Resistentes: Quercus minima (Sarg) Small; Q. virginiana var. maritima (Michx) Sarg; Q. virginiana var. virginiana (2).

Cronartium fusiforme: En los Estados Unidos las especies de pino susceptibles son: Pinus taeda L.; P. elliottii var. elliottii Engelm; P. serotina Michx. En la región de los grandes lagos el pino Jackes es el más severamente dañado. Algunos pinos exóticos son altamente susceptibles tales como: Pinus ponderosa Laws; P. jeffreyi Crev. y Balf.; P. radiata D. Don; P. nigra Arnold. Mientras que las especies Pinus palustris Mill; P. glabra Walt; P. echinata Mill; P. clausa Champ; P. virginiana Mill son resistentes a la roya fusiforme. Siempre en los Estados Unidos a través de inoculaciones controladas se ha determinado la susceptibilidad de las siguientes especies: Altamente susceptibles: Quercus nigra L.; Q. falcata var. pagodaefolia Ell; Q. incana Bartr; Q. pumila Walt. Moderadamente susceptibles: Quercus rubra L. Q. marilandica Muenchh; Q. falcata var. falcata; Q. laevis Walt. Poco susceptibles: Quercus laurifolia Michx; Q. velutina Lam; Q. minima (Sarg) Small; Q. michauxii Nutt; Q. lyrata Walt; Q. coccinea Muenchh; Q. prinus L.; Q. virginiana var. maritima (Michx) Sarg; Q. stellata var. stellata; Q. stellata var. margaretta (Ashe) Sarg; Q. alba L. Resistentes: Quercus virginiana var. virginiana (2).

En Guatemala, Juárez Martínez (6) reporta como especies susceptibles a Cronartium quercuum fsp. fusiforme a: Pinus montezumae; P. oocarpa; Quercus conspersa Benth y Q. peduncularis Née.

En los Estados Unidos los reportes muestran que los



robles negros son más susceptibles a Cronartium fusiforme y Cronartium quercum que los blancos.

5. Estudios de susceptibilidad de las especies de pino de Guatemala a la roya agalladora.

El único estudio bajo condiciones controladas que reporta la evaluación de cinco especies de pino de Guatemala en relación a la resistencia de las especies Pinus chiapensis, P. caribea, P. oocarpa, P. ayacahuite y P. filifolia a la roya fusiforme del Sur de los Estados Unidos, es el efectuado en el Centro de Evaluación de Resistencia a la Roya del Servicio Forestal de los Estados Unidos (10).

De las cinco especies evaluadas P. oocarpa reportó la mayor susceptibilidad con 82% de las plántulas infectadas, le siguen en su orden: P. filifolia con 73% de plántulas infectadas, P. caribea con 60%, P. chiapensis con 16% y P. ayacachuite, el cual mostró más resistencia en la evaluación con 10% de plántulas infectadas. La fuente de inóculo para el estudio se recolectó de agallas de P. taeda L. y de P. elliottii Engelm, en el estado de Georgia y Florida. Como hospedante primario para la producción de basidiosporas se utilizó la especie Quercus nigra L. (10).

IV. MATERIALES Y METODOS

1. Localización del estudio

El presente estudio se dividió en dos fases, una de invernadero y laboratorio y otra de campo.

La fase de invernadero y laboratorio se llevó a cabo en las instalaciones del invernadero de la Facultad de Agronomía y laboratorio de Fitopatología, de la misma Facultad, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La fase de campo se realizó en un bosque artificial de pino de aproximadamente ocho años de edad y un bosque natural de encino localizados ambos en terrenos vecinos al Hospital Infantil del Club de Leones, en el municipio de San Juan Sacatepéquez, del departamento de Guatemala. Dicha área está localizada a una altitud de 1,845 msnm, en las coordenadas $14^{\circ} 36' 57''$ de latitud norte y $90^{\circ} 38' 37''$ de longitud oeste, la temperatura media anual es de 20°C , la humedad relativa de 70% y la precipitación pluvial de 1,136 mm anuales distribuidos durante 60 - 90 días. Según Holdridge (5) el sitio está ubicado en la zona de vida "bosque húmedo montano bajo subtropical".

2. Materiales y equipo utilizado

En la ejecución del estudio se utilizaron a nivel de invernadero, laboratorio y campo, los siguientes materiales y equipo:

- Semilla de seis especies de encino (*Quercus* spp)
- Bolsas de polyetileno de 8 x 12 pulgadas
- Regadera
- Asperjadora de mochila de cuatro galones
- Embudos de papel
- Tubos de ensayo con y sin rosca
- Etiquetas
- Bolsas de plástico
- Hielera para transportación de aeciosporas
- Cedazo fino para tamizado de aeciosporas
- Algodón
- Equipo de refrigeración
- Cajas de petrí con tapadera
- Agar
- Balanza
- Aeciosporas
- Agua destilada
- Botella rociadora para inoculación
- Cámara de inoculación
- Planímetro
- Cinta métrica
- Boletas para toma de lecturas en encinos y pinos
- Pintura y tiras de tela para marcado de árboles y ramas
- Papel periódico para toma de muestras de pinos y encinos.

3. Metodología de la fase de invernadero y laboratorio

La fase de invernadero y laboratorio comprende la colección de semillas, reproducción de plántulas, colección de aeciosporas, inoculación de plántulas y evaluación de la susceptibilidad de las especies de encino. Esta fase se desarrolló de agosto de 1985 a julio de 1986.

3.1 Colección de semilla

La colección de semilla de encino se realizó en las áreas siguientes: En el área de estudio se recolectaron las especies: Quercus tristis, Q. brachustachus y Q. sapotae-folia; en el municipio de Salamá, Baja Verapaz se recolectaron las especies Q. conspersa y Q. peduncularis; en el municipio de Guatemala, se recolectó la especie Q. skinneri. Para ello se visitaron las áreas indicadas en los meses de agosto, septiembre y octubre de 1985.

3.2 Reproducción de las especies de encino

Las especies de encino se reprodujeron por medio de semilla, para lo cual se llenaron bolsas de polyetileno de 8 x 12 pulgadas, colocando una semilla por bolsa, la siembra se realizó inmediatamente después de ser colectada la semilla. Durante la germinación y crecimiento de las plántulas, las mismas fueron regadas a intervalos de dos días.

3.3 Colección de aeciosporas

Las aeciosporas se colectaron en el bosque bajo estudio de San Juan Sacatepéquez. El procedimiento seguido en la colección se basó en los principios de las técnicas usadas por el Resistance Screening Center del Servicio Forestal de los Estados Unidos (11). En el área de estudio se seleccionaron cinco agallas en el estado de producción de aeciosporas, con la ayuda de un embudo hecho de papel se colectaron las seciosporas, las cuales se colocaron en tubos de ensayo con su respectiva etiqueta y tapón de algodón, luego colocados en bolsas de plástico y se transportaron al laboratorio en una hielera. En el laboratorio éstas fueron cribadas en un tamiz de 50 mallas, y luego puestas en una refrigeradora, en una balanza se pesó 0.06 gramos de aeciosporas, las cuales fueron diluídas en 100 ml de agua destilada, posteriormente se procedió a la inoculación.

3.4 Inoculación de encinos

Cuando las plántulas en el invernadero tenían una altura que oscila entre 15 y 30 centímetros, se efectuó la inoculación, para lo cual se siguieron los principios empleados por el Resistance Screeening Center del Servicio Forestal de los Estados Unidos (11).

Para la inoculación se utilizó un atomizador de gota fina, aplicándose uniformemente la suspensión sobre la superficie de las hojas.

Se inocularon 15 plántulas por cada especie de encino, a los 25 días después de la inoculación se determinó la susceptibilidad relativa y potencial, así como su incidencia. Después de inoculadas las plántulas fueron colocadas en una cámara de inoculación bajo condiciones de obscuridad y con alta humedad relativa durante 24 horas. Además dentro de la misma cámara fue colocada una caja de petrí abierta en forma parcial conteniendo agar y una suspensión de aeciosporas. Las plántulas se observaron diariamente por la presencia de síntomas de la enfermedad. Las especies inoculadas fueron: Quercus conspersa Benth., Quercus tristis Liebm., Quercus brachystachys Benth., Quercus peduncularis Née., Quercus sapotaefolia Liebm., Quercus shinneri Benth.

4. Metodología de la fase de campo

4.1 Selección de árboles de pino y toma de datos

Inicialmente se realizó un caminamiento en el bosque de *Pinus tenuifolia*, procediéndose a seleccionar y marcar 10 árboles de pino, en el período de noviembre de 1985 a noviembre de 1986, se tomaron datos cada 15 días en cada uno de los 10 árboles de pino seleccionados y marcados con pintura, para lo cual se usó una boleta especial (ver apéndice 1), registrándose los siguientes datos: Número de agallas por árbol, estadio en que se encontraron las agallas (picnium o aecium), localización y forma de las agallas.

4.2 Selección de agallas y toma de datos

Inicialmente se realizó un caminamiento en el bosque de *Pinus tenuifolia*, procediéndose a seleccionar y marcar con pintura 10 agallas provenientes de infecciones nuevas.

Las agallas provenientes de infecciones nuevas se observaron a lo largo del estudio (noviembre de 1985 - noviembre de 1986) para determinar su ritmo de crecimiento. Se tomaron datos cada 15 días usando una boleta especial (ver apéndice 2). Con esto se estableció: la forma, tamaño, localización y el tiempo en que aparecieron los distintos estadios de la enfermedad.

4.3 Selección de especies de encino y toma de datos

Inicialmente se realizó un caminamiento en el bosque natural de encino, llevándose en papel periódico muestras de cada una de las especies presente, para su determinación en el herbario de la Facultad de Agronomía. Las especies encontradas en el bosque fueron: *Quercus tristis* Liebm., *Quercus brachytachys* Benth., *Quercus sapotaefolia* Liebm., luego se seleccionaron y marcaron con pintura 10 plantas por especie.

Se tomaron datos cada 15 días, del mes de noviembre de 1985 al mes de noviembre de 1986. Además se marcaron con pintura y tiras de tela tres ramas por planta de encino, y en cada rama se tomaron lecturas sobre 10 hojas, partiendo del meristemo terminal. Se estimó la época en que se presen

taron los distintos estadios de la enfermedad (uredium y telium), para lo cual se utilizó una boleta especial (ver apéndice 3).

4.4 Brotación y crecimiento del área foliar de especies de pino y encino.

Para cada uno de los árboles de pino y encino seleccionados para su estudio, se registró su brotación y crecimiento del área foliar a lo largo de un año comprendido de noviembre de 1985 a noviembre de 1986. Para ello se observaron 10 plantas seleccionadas de cada especie, tomándose datos cada 15 días y utilizándose una boleta especial (ver apéndice 1 y 3).

4.5 Registro climatológico del área de estudio

Para conocer las condiciones climáticas del área bajo estudio se tomaron las que registró la estación meteorológica más cercana a lo largo de un año (noviembre de 1985 - noviembre de 1986), los datos que se tomaron fueron únicamente de: precipitación promedio mensual, por el tipo de estaciones que existen en esta área. Estos datos se utilizan para relacionarlos con el comportamiento de la enfermedad. Para encontrar esta relación, se graficó la precipitación pluvial promedio mensual en mm., la época de producción de los diferentes estadios de la enfermedad y la época de brotación y crecimiento del área foliar de los árboles de pino y encino.

5. Variables analizadas a nivel de invernadero y laboratorio

5.1 Susceptibilidad relativa

La susceptibilidad relativa se evaluó en base a la metodología desarrollada por Dwinell (2). Cuando se logró el desarrollo de las telias, se tomaron las 15 plántulas inoculadas de cada una de las seis especies de encino, y se colocó una lámina de un centímetro cuadrado en las cuatro hojas terminales de cada planta, obteniéndose así un promedio de telias por centímetro cuadrado por cada especie, se utilizó la siguiente escala:

- Altamente susceptible	20 telias/cm ²
- Moderadamente susceptible	10-19 telias/cm ²
- Poco susceptible	1-9 telias/cm ²
- Resistente	0 telias/cm ²

5.2 Susceptibilidad potencial

La susceptibilidad potencial se evaluó en base a la metodología desarrollada por Dwinell (2). Se tomaron 15 plántulas inoculadas por especie de encino, se dibujaron cuatro hojas en cada planta, luego con planímetro se determinó el área foliar, se obtuvo un área foliar promedio por especie y se multiplicó por el número promedio de telias por centímetro cuadrado.

5.3 Incidencia

Se tomaron las 15 plántulas inoculadas por especie, se contó el número de plantas que manifestaron síntomas de la enfermedad, y en base a ello se determinó el porcentaje de

plantas afectadas por especie.

6. Variables analizadas a nivel de campo

- Número de agallas por árbol de pino.
- Época de producción de picnium en los árboles de pino.
- Localización de agallas en árboles de pino.
- Forma de agallas en árboles de pino.
- Tamaño de agallas nuevas.
- Localización de agallas nuevas.
- Forma de agallas nuevas.
- Época de producción de picnium y aecium en agallas nuevas.
- Época de producción de uredium y telium en árboles de encino.
- Época de brotación en árboles de pino.
- Época de crecimiento del área foliar en árboles de pino.
- Época de brotación en especies de encino.
- Época de crecimiento del área foliar en especies de encino.

7. Análisis de los resultados

7.1 Análisis de los resultados de invernadero y laboratorio

A los datos obtenidos se les calculó la media aritmética y sobre esta base se expresaron las siguientes variables:

- Susceptibilidad relativa.
- Susceptibilidad potencial.
- Susceptibilidad de incidencia.

7.2 Análisis de los resultados de campo

A una parte de los datos obtenidos se les calculó la media aritmética y sobre esta base se expresaron las siguientes variables:

- Número de agallas presentes en árboles de pino.
- Tamaño de agallas nuevas.

A otra parte de los datos obtenidos se les estimó la moda y sobre esta base se expresaron las siguientes variables:

- Epoca de producción de picnium y aecium en árboles de pino y agallas nuevas.
- Localización de agallas en árboles de pino y agallas nuevas.
- Forma de agallas en árboles de pino y agallas nuevas.
- Epoca de producción de uredium y telium en especies de encino.
- Epoca de brotación en árboles de pino y encino.
- Epoca de crecimiento del área foliar, en árboles de pino y encino.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Comportamiento de seis especies de encino a la inoculación con la roya agalladora del pino (Cronartium spp).

El comportamiento de las seis especies de encino se observó en cuanto a la susceptibilidad relativa y potencial de éstas y la incidencia de la enfermedad en las mismas.

La susceptibilidad relativa se expresa en número promedio de telias por centímetro cuadrado del área foliar. Manifestándose cuatro especies altamente susceptibles en su orden: Q. conspersa Benth, Q. tristis Liebm, Q. skinneri Benth y Q. brachystachys Benth. Las especies Q. peduncularis Née y Q. sapotaefolia Liebm se comportaron como poco susceptibles. Q. conspersa fue la especie más susceptible con 88 telias por centímetro cuadrado y Q. sapotaefolia la menos susceptible con 5 telias por centímetro cuadrado. Dwinell (2), indica que se pueden producir 3,800 esporidias por columna telial, lo cual dá la idea de la alta cantidad de basidiosporas que pueden ser producidas por las especies mencionadas como altamente susceptibles, y consecuentemente infectar con facilidad a los árboles de pino.

La susceptibilidad potencial se expresa en número promedio de telias por hoja. En las especies estudiadas Q. conspersa presenta 1,202 telias por hoja lo que constituye el valor más alto, siguiendo en su orden las especies: Q. skinneri, Q. brachystachys, Q. tristis, Q. peduncularis

y Q. sapotaefolia. Esta última especie presenta 65 telias por hoja. Q. tristis presenta mayor susceptibilidad relativa que las especies Q. skinneri y Q. brachystachys, sin embargo la misma especie manifiesta menor susceptibilidad potencial, situación atribuible a la menor área foliar que presenta Q. tristis con respecto a las dos especies en mención. Además de lo anterior, se puede mencionar que los síntomas de la enfermedad se presentaron en las hojas jóvenes, lo cual coincide con lo afirmado por Snow y Roncandori (8), quienes indican que en las hojas maduras no se desarrolla la enfermedad.

La incidencia se expresa en porcentaje de plantas que presentan la enfermedad con respecto al número de plantas inoculadas. La incidencia se manifestó en orden decreciente de la siguiente manera: Q. brachystachys, Q. skinneri, Q. tristis, Q. sapotaefolia, Q. conspersa y Q. peduncularis. Q. brachystachys reportó 100% de incidencia mientras que la especie menos susceptible, Q. peduncularis mostró únicamente 13%. La susceptibilidad relativa y potencial de las seis especies de encino evaluadas y la incidencia de la roya agalladora del pino (Cronartium spp) sobre las mismas se muestra en el cuadro número 1.

Cuadro 1. Susceptibilidad relativa y potencial e incidencia de seis especies de encino a la roya agalladora del pino (Cronartium spp)

E S P E C I E	Número de plántulas inoculantes	Susceptibilidad relativa (a)	Susceptibilidad potencial (b)	Incidencia (c)
1. <u>Quercus conspersa</u> Bent.	15	88	1,202	47
2. <u>Quercus tristis</u> Liebm.	15	36	851	93
3. <u>Quercus brachystachys</u> Benth.	15	33	914	100
4. <u>Quercus peduncularis</u> Née.	15	6	163	13
5. <u>Quercus sapotaefolia</u> Liebm.	15	5	65	67
6. <u>Quercus skinneri</u> Benth.	15	34	925	100

(a) = Número promedio de telias por centímetro cuadrado

(b) = Número promedio de telias por hoja

(c) = Porcentaje de plántulas enfermas.

2. Comportamiento de la roya agalladora del pino (Cronartium spp)

La roya agalladora del pino (Cronartium spp), es una roya macrocíclica y heteroica, ya que presenta los cinco estadíos (picnium, aecium, uredium, telium y basidium) en diferente época según las condiciones ambientales que prevalecen en el lugar en que se desarrolla la enfermedad. Se manifiestan dos estadíos (picnium y aecium) en un hospedante alterno (pino) y tres estadíos (uredium, telium y basidium) en un hospedante primario (encino).

2.1 Dinámica de la roya agalladora del pino (Cronartium spp)

Con respecto a la dinámica de la enfermedad, el estadio de picnium se pudo observar desde la segunda semana del mes de enero de 1986 hasta la segunda semana del mes de junio de 1986, presentándose en mayor cantidad en los meses comprendidos de marzo a mayo de 1986. El estadio de aecium se observó desde la segunda semana del mes de abril hasta la segunda semana del mes de junio de 1986, sin embargo en el año que se llevó a cabo el estudio se pudo observar pocas agallas con aeciosporas; contrario a la producción de picniosporas que se produjo en muchas agallas, esto coincide con lo reportado por French y Cowling (3), para la roya fusiforme que indica que una vez que se produce la infección las picniosporas y aeciosporas son producidas en años alternos.

El crecimiento de las agallas se observó a lo largo del

año de estudio, lo que significa que las agallas no tienen una época determinada de crecimiento. El apareamiento de agallas provenientes de infecciones nuevas, se observó en los meses de noviembre y diciembre de 1985; febrero, marzo abril, agosto, septiembre y noviembre de 1986. Las distintas agallas sin distinción de tamaño, sufren un proceso de secamiento durante todo el año, lo cual se pudo observar que ocurre debido a factores como: edad, presencia de hormigas formando galerías en las agallas; precipitación pluvial que provoca la pudrición de las agallas.

El estadio de uredium en general se observó con más frecuencia en el mes de diciembre de 1985 y de febrero a octubre de 1986, lo anterior indica que la mayor parte del año se produjo uredium, sin embargo en los meses de mayo y junio de 1986 se observó una mayor producción. Esta alta producción coincide con el aumento de la humedad, producto de la precipitación pluvial. El mismo fenómeno es reportado por Dwinell (1), para la roya fusiforme.

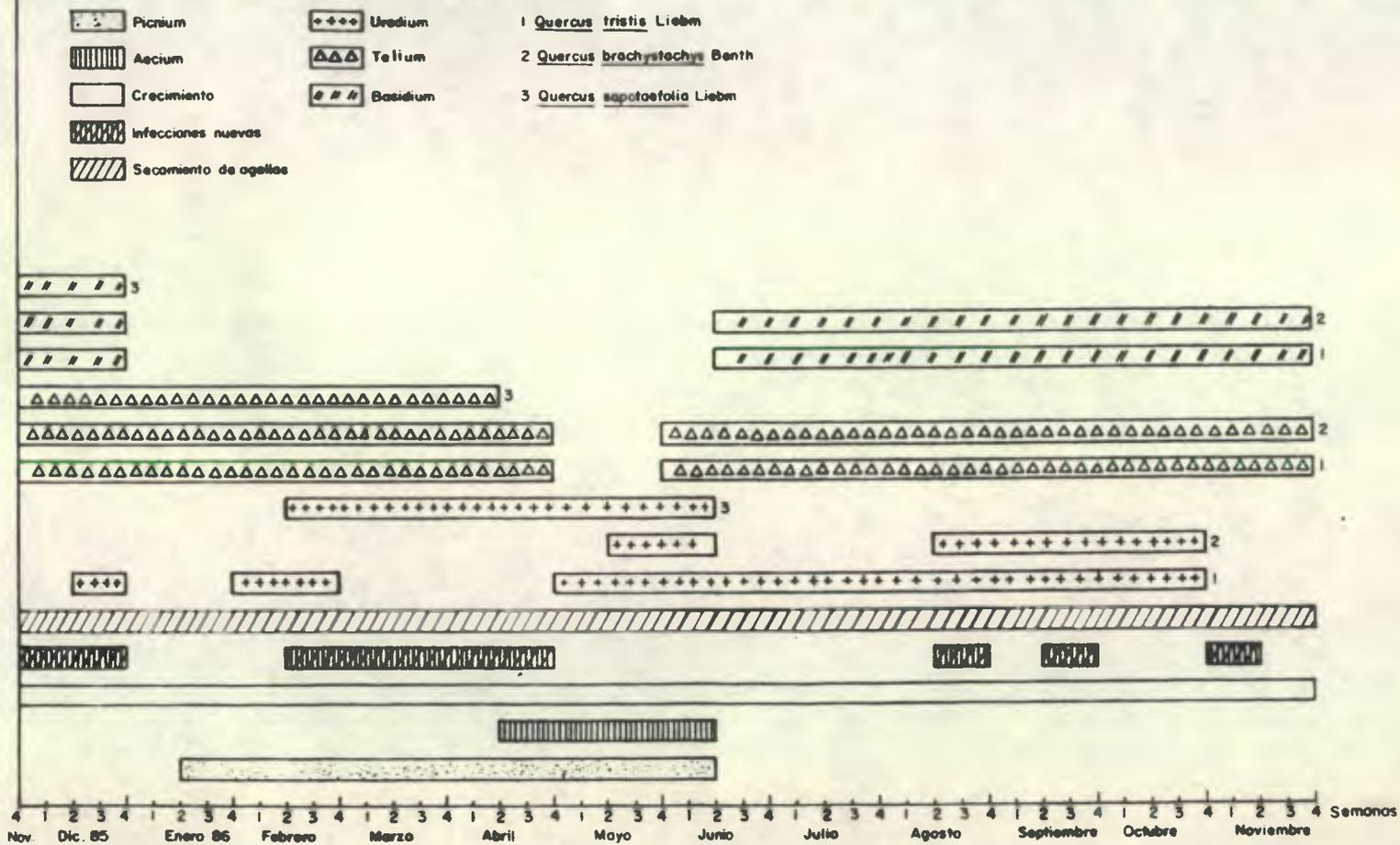
En las especies de encino se observó que la especie *Q. tristis* fue más susceptible que *Q. brachystachys* y *Q. sapotaeifolia*, lo cual coincide con los resultados obtenidos a nivel de laboratorio en las inoculaciones controladas.

El estadio de telium únicamente no se observó en el mes de mayo de 1986, se presentó durante 11 meses del año, sin embargo en los meses comprendidos de junio a septiembre de 1986 se observó una mayor producción. En general se produ-

jo mayor telium que uredium, lo cual estuvo influenciado por la edad de las hojas, lo que indica que hubo mayor cantidad de hojas adultas que de hojas jóvenes. Esto coincide con lo indicado por Dwinell (1) para la roya fusiforme, en que la edad condiciona el estado uredial o telial.

El estadio de basidium se observó en los meses de noviembre y diciembre de 1985, y de junio al mes de noviembre de 1986, la mayor producción se observó en los meses comprendidos de junio a septiembre de 1986. Esto coincide con el aumento de la humedad producto de la precipitación pluvial. Lo anterior coincide con lo reportado por Dwinell para la roya fusiforme (1). La manifestación de los estadios de la roya agalladora del pino (Cronartium spp) durante el período de estudio se muestra en la gráfica número 1.

GRAFICA No. 1 Manifestación de los estadios de la roya agalladora del pino (*Cronartium* spp), de noviembre de 1985 a noviembre de 1986.



2.2 Comportamiento de las agallas en cuanto a número, localización y forma.

Con relación al número promedio de agallas por árbol, el valor predominante fue de siete, sin embargo se observaron cambios en el número de las mismas por árbol durante el período de estudio. Estos cambios fueron provocados por la desaparición de alguna de las agallas; producto de caída natural (deterioro y secamiento) y por efecto de insectos y el hombre. Lo anteriormente mencionado coincide con lo reportado para la roya fusiforme por French y Cowling (3), quienes indican que en dicha roya las agallas desaparecen por las causas antes mencionadas. La presencia de agallas se observó en el tallo principal y ramas de los árboles de pino, su forma irregular se observó todo el año sin cambios drásticos.

Todas las agallas producto de infecciones nuevas se presentaron en las ramas, las mismas inicialmente presentaron formas irregulares, luego redondas, seguidamente se dió una combinación de tres formas: irregular, redonda y cilíndrica; finalmente se observó con más frecuencia las formas redonda y cilíndrica. Es decir que las agallas nuevas no conservan una misma forma, presentando al final las dos formas mencionadas. El comportamiento en el número de agallas por árbol, localización y forma de las mismas, durante los meses de estudio se muestra en el cuadro número 2.

2.3 Desarrollo de agallas nuevas

Con respecto al desarrollo de agallas nuevas, las mismas

Cuadro 2. Número promedio de agallas por árbol de pino, localización y formar de las mismas y presencia de agallas nuevas.

M E S	Número promedio de agallas por árbol de pino	Localización de agallas en árboles de pino		Forma de agallas en árboles de pino	Localización de agallas nuevas	Forma de agallas nuevas
		Tp	Rs			
Noviembre/85	8	X	X	4	r	4
Diciembre/85	7	X	X	4	r	4
Enero/86	7	X	X	4	r	3
Febrero/86	7	X	X	4	r	3
Marzo/86	7	X	X	4	r	3
Abril/86	8	X	X	4	r	3
Mayo/86	8	X	X	4	r	3
Junio/86	7	X	X	4	r	3
Julio/86	7	X	X	4	r	3,4,1
Agosto/86	7	X	X	4	r	3,4,1
Septiembre/86	7	X	X	4	r	3,4,1
Octubre/86	7	X	X	4	r	3,1
Noviembre/86	7	X	X	4	r	3,1

Tp = Tallo principal
 Rs = Ramas
 r = Rama
 t = Tallo

X = Presente
 - = Ausente

1 = Cilíndrica
 2 = Cónica
 3 = Redonda
 4 = Irregular

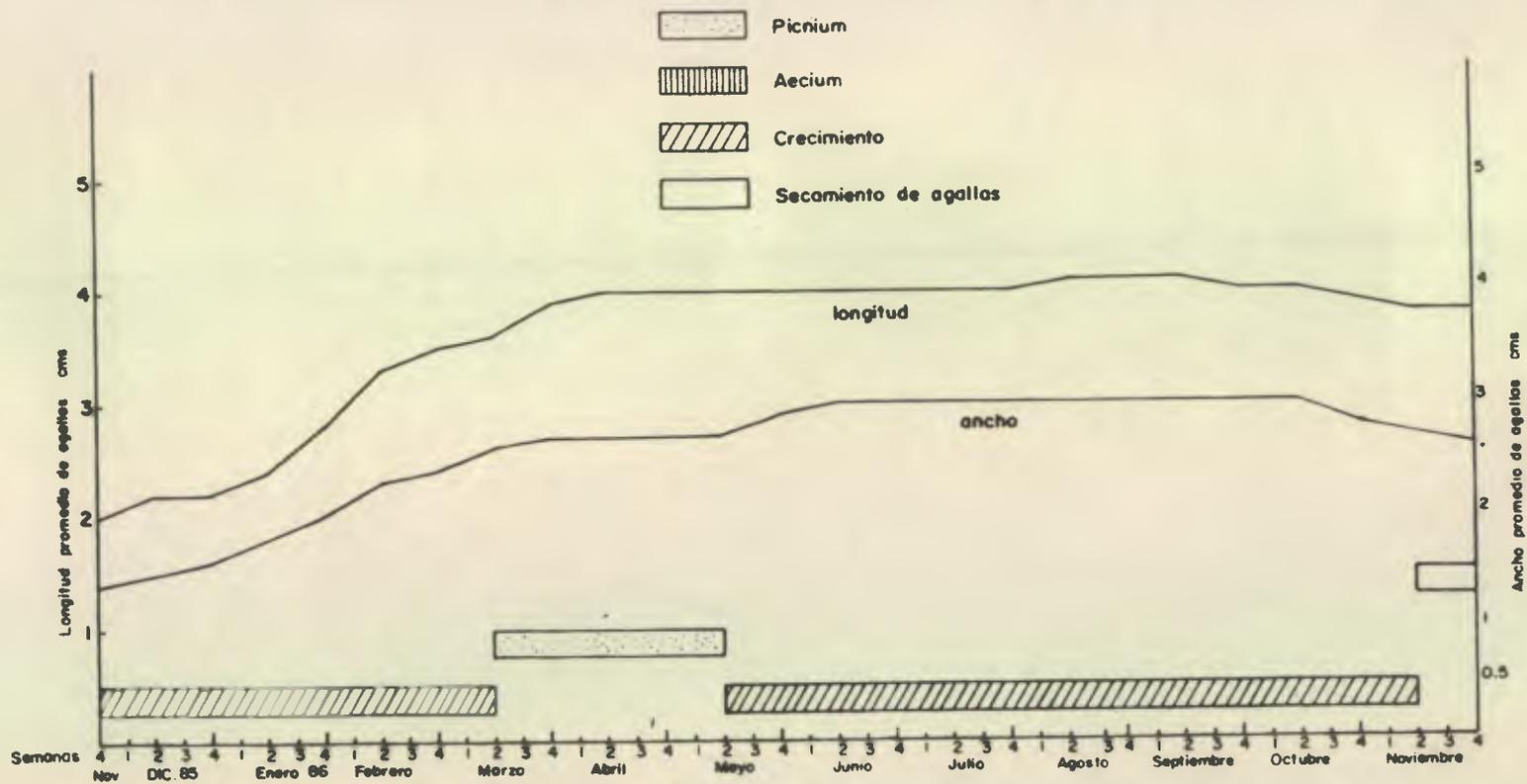
Biblioteca de la Universidad del Cauca

presentaron el estadio de picnium desde la segunda semana del mes de marzo hasta la segunda semana del mes de mayo de 1986, lo cual coincide con la presencia de una mayor cantidad del mismo estadio en las agallas adultas en los árboles de pino. Dwinell (2), reporta que para la roya fusiforme del Sur de los Estados Unidos el estadio de picnium se manifiesta un año después de la infección. Seguramente el estadio de aecium se presentará al año siguiente de haberse manifestado el estadio de picnium, tal como lo reporta French y Cowling (3) para la roya fusiforme.

El crecimiento de las agallas no se observó desde la segunda semana del mes de marzo hasta la segunda semana del mes de mayo de 1986. El crecimiento se detuvo cuando se observó el estadio de picnium.

El secamiento de agallas fue muy reducido, observándose sólo en el mes de noviembre de 1986, lo cual es normal por tratarse de agallas nuevas. El secamiento puede ser debido a las galerías formadas por hormigas ayudado por el agua. Además, en el mes de noviembre de 1986 se notó una disminución en el tamaño de las agallas. Lo anterior puede deberse a la disminución del contenido de humedad por la finalización de la precipitación pluvial, así como por el daño causado internamente por las hormigas. Las agallas producto de infecciones nuevas alcanzaron su mayor crecimiento, observado en base al largo y ancho máximo, en los meses comprendidos de junio a agosto de 1986. El comportamiento en cuanto a la variación en el tamaño de las agallas, se muestra en la gráfica 2.

GRAFICA No. 2 Desarrollo de agallas provenientes de infecciones nuevas, de noviembre de 1985 a noviembre de 1986.



2.4 Relación entre la precipitación pluvial, la brotación y el crecimiento del área foliar del pino y la presencia de los estadios de la roya agalladora (Cronartium spp).

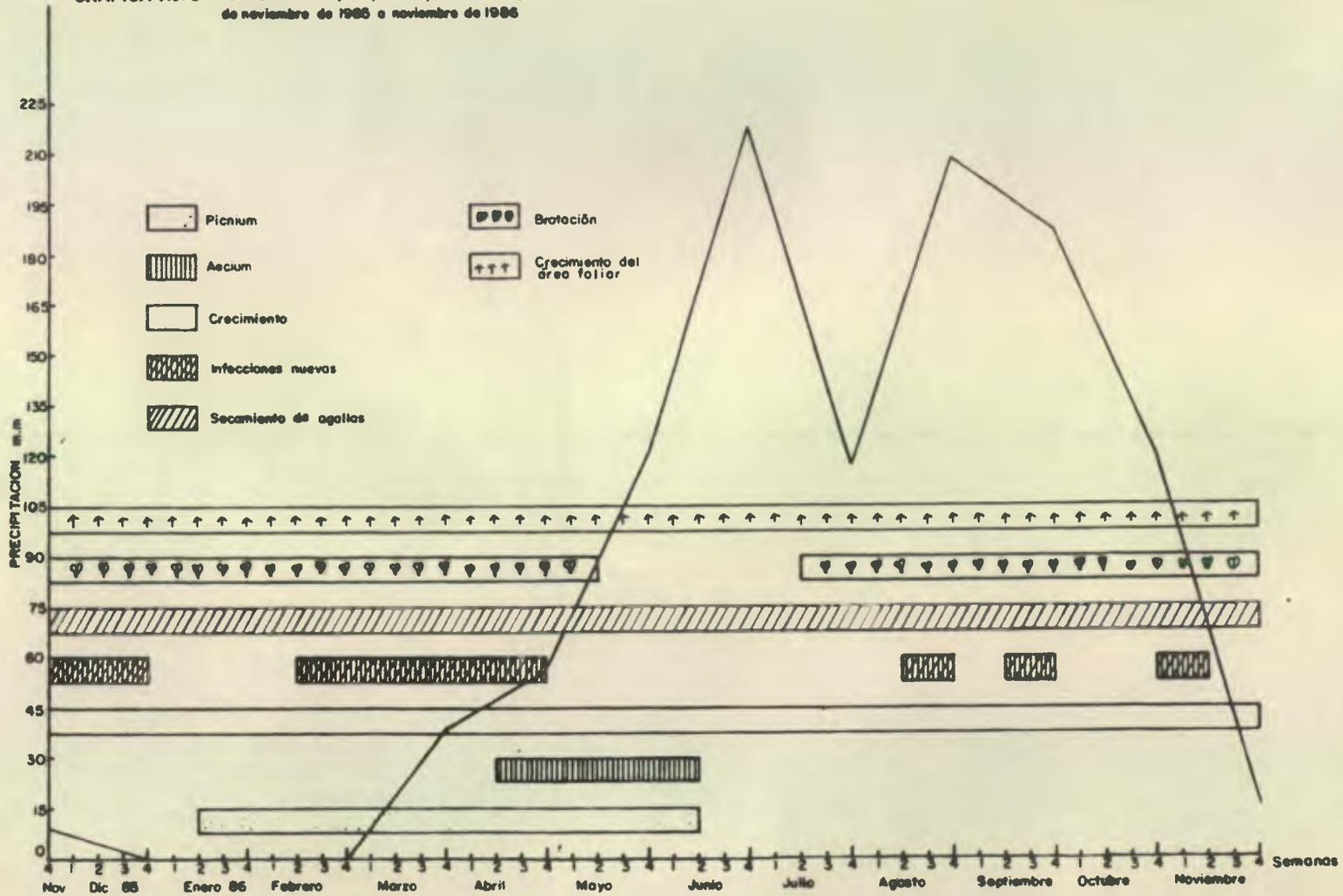
La brotación en los árboles de pino se observó desde la cuarta semana del mes de noviembre de 1985, hasta la segunda semana del mes de mayo de 1986; y de la segunda semana del mes de julio de 1986 hasta el mes de noviembre de 1986. Sin embargo en los meses de agosto y septiembre de 1986 se observó la mayor brotación. Se pudo observar que la primera fase de brotación (diciembre de 1985 hasta la segunda semana del mes de mayo de 1986), coincidió con la época de mayor producción de picnium y la menor producción de aecium. Se pudo observar que las épocas de brotación de los árboles de pino coinciden con la presencia de infecciones nuevas, lo cual coincide con lo reportado por French y Cowling (3) para la roya fusiforme, quienes indican que después de la germinación de las basiosporas, el hongo penetra en la cutícula de las acículas y retoños suculentos, derivados de la brotación de las especies hospedantes.

El crecimiento del área foliar de los árboles de pino, se observó durante toda la etapa del estudio (noviembre de 1985 a noviembre de 1986).

Se pudo observar que la desaparición de los estadios de picnium y aecium, el secamiento de las agallas y el aumento

de la brotación de los árboles de pino, coinciden con el aumento de la humedad, producto de la precipitación pluvial. El mismo fenómeno es reportado por Dwinell (1) para la roya fusiforme. La relación entre la precipitación pluvial, la brotación y el crecimiento del área foliar del pino y la presencia de los estadíos de la roya agalladora (Cronartium spp), se muestra en la gráfica número 3.

GRAFICA No. 3 Relación entre la precipitación, la brotación y el crecimiento del área foliar del pino y los estados de la roya agalladora del pino (*Cronartium* spp) de noviembre de 1985 a noviembre de 1986



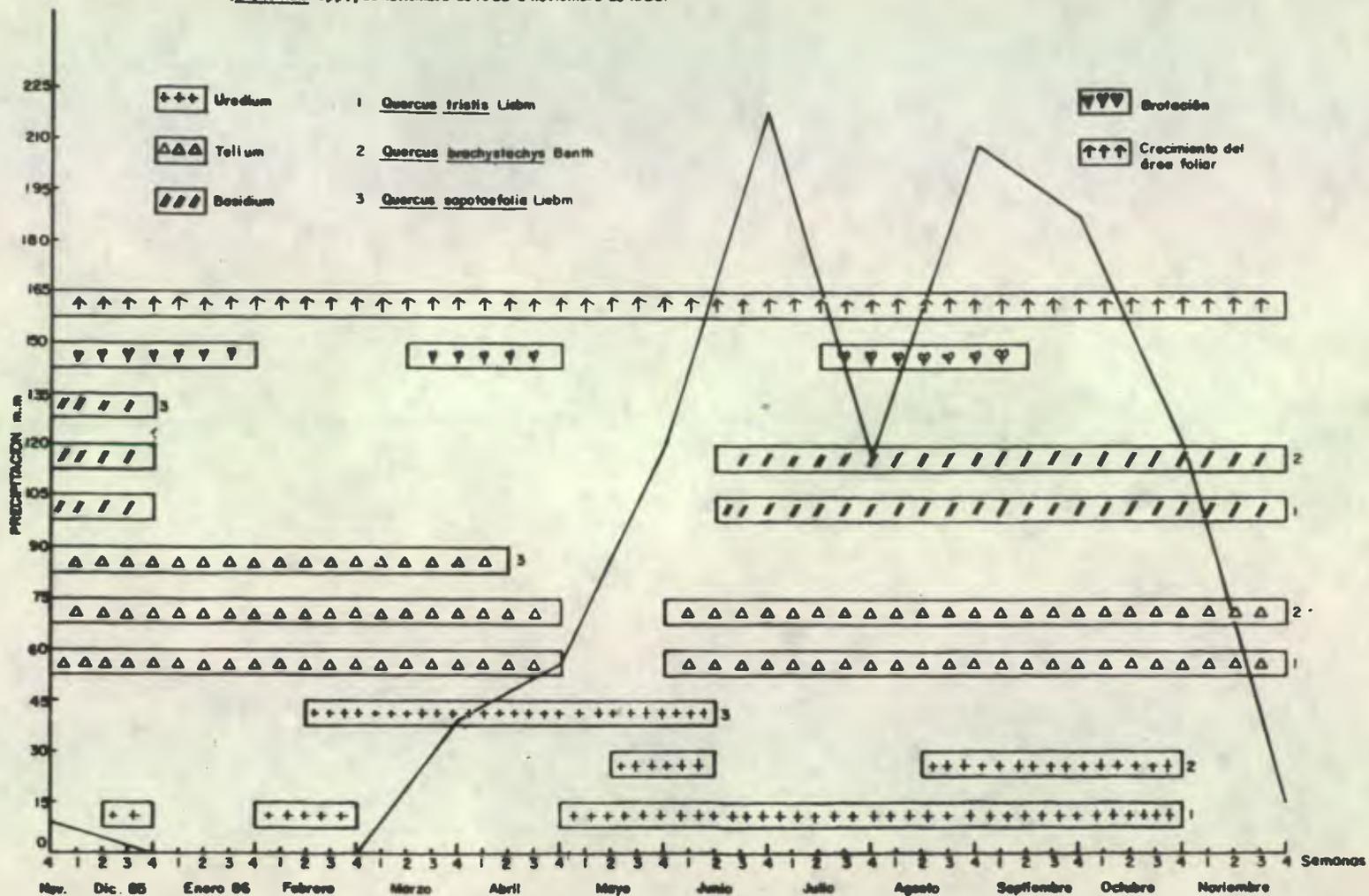
2.5 Relación entre la precipitación pluvial, la brotación y el crecimiento del área foliar de las especies de encino y la presencia de los estadíos de la roya agalladora del pino (Cronartium spp.)

Se observó la brotación de las especies de encino desde la cuarta semana del mes de noviembre de 1985 hasta el mes de enero de 1986, luego de la segunda semana del mes de marzo hasta la segunda semana del mes de abril de 1986, y finalmente desde la segunda semana del mes de julio hasta la segunda semana del mes de septiembre de 1986. Sin embargo de la segunda semana del mes de marzo al mes de abril de 1986 se observó la mayor brotación. Existió una relación muy estrecha entre la época de mayor brotación y las épocas de mayor producción de los estadíos de uredium, telium y basidium. Lo que indica que al producirse una mayor brotación en las especies de encino se da una mayor producción de los estadíos de uredium, de uredium, telium y basidium, lo anterior coincide con lo reportado por Snow Roncadori (8), quienes indican que cuando existe alta cantidad de hojas jóvenes, se da una alta germinación de aeciosporas que infectan a los encinos. El crecimiento del área foliar de las especies de encino, se observó durante toda la etapa del estudio.

Las épocas de mayor producción de los estadíos de uredium, telium y basidium coinciden con el aumento de la humedad, producto de la precipitación pluvial. El mismo fenómeno

no es reportado por Dwinell (1), para la roya fusiforme. La relación entre la precipitación pluvial, la brotación y el crecimiento del área foliar de las especies de encino y la presencia de los estadíos de la roya agalladora del pino (Cronartium spp), se muestra en la gráfica número 4.

GRAFICA No. 4 Relación entre la precipitación, la brotación y el crecimiento del área foliar de las especies de encino y los estadíos de la roya agalladora del pino (*Craesusoma* spp.), de noviembre de 1985 a noviembre de 1986.



VI. CONCLUSIONES

1. La susceptibilidad a la roya agalladora del pino (Cro-
nartium spp), se presentó así: Las especies Quercus
conspersa, Q. skinneri, Q. tristis y Q. brachystachys
se manifestaron como altamente susceptibles, en tanto
las especies Q. peduncularis y Q. sapotaefolia como
poco susceptibles.
2. En la región de San Juan Sacatepéquez los estadíos de
la roya agalladora del pino se presentaron como fre-
cuencia durante el año en los meses siguientes: pic-
nium de marzo a mayo de 1986; aecium de la segunda se-
mana de abril a la segunda semana de junio de 1986;
uredium mayo y junio de 1986; telium y basidium de ju-
nio a septiembre de 1986; el crecimiento de noviembre
de 1985 a noviembre de 1986; infecciones nuevas de no-
viembre y diciembre de 1985, febrero, marzo, abril, a-
gosto y septiembre de 1986; secamiento de agallas todo
el año de estudio. En general el comportamiento de la
roya agalladora del pino es muy similar con el compor-
tamiento de la roya fusiforme del Sur de Estados Unidos.
3. Existió una estrecha relación entre el aumento de la hu-
medad, producto de la precipitación pluvial con la mani-
festación de los estadíos de picnium, aecium, uredium
telium y basidium; y con el secamiento de agallas y la
alta brotación de los árboles de pino.

VII. RECOMENDACIONES

1. Efectuar inoculaciones controladas con otras especies de encino para conocer la susceptibilidad de las mismas.
2. Establecer áreas representativas en las diferentes regiones en las que se distribuye P. oocarpa y P. tenuifolia y realizar estudios de dinámica de la enfermedad, sabiendo que las condiciones ambientales influyen en el comportamiento de la misma.
3. En el establecimiento de viveros con especies de pino susceptibles a la roya agalladora (Cronartium spp) se debe tomar en cuenta la presencia en los alrededores de las especies de encino Q. conspersa, Q. skinneri, Q. tristis, Q. brachystachys, por ser altamente susceptibles a la enfermedad.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. DWINELL, L.D. 1977. Biology of fusiform rust. In Management of fusiform rust in southern pines. Gainesville, Florida, University of Florida. p. 18-22.
2. _____. 1974. Susceptibility of southern oaks to Cronartium fusiforme and Cronartium quercuum. Phytopathology (EE.UU.) 64(3):400-403.
3. FRENCH, D.W.; COWLING, E.B. 1975. Diseases of forest and shade-trees. s.n.t. p. 130-132, 136, 137.
4. HEDGCOCK, G.G.; HUNT, N.R. 1922. Cronartium conigenum. 2. Phytopathology (EE.UU.) 12:118-120.
5. HOLDRIDGE, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p.
6. JUAREZ MARTINEZ, M.R. 1983. Estudio sobre la roya agalladora Cronartium quercuum fsp. fusiforme en plantas de pino (Pinus spp) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 45 p.
7. PETERSON, R.S.; SALINAS QUINARD, R. 1967. Cronartium conigenum; distribución y efectos en los pinos. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico no. 19. 11 p.
8. SNOW, G.A.; RONCADORI, R.W. 1965. Oak leaf age and susceptibility to Cronartium fusiforme. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 49(12):972-975.
9. STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. 1952. Flora de Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24, pt. 3. 432 p.
10. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FOREST SERVICE. 1983. Evaluation of five species of pine from Guatemala for resistance to fusiform rust. Estados Unidos. 15 p. Report no. RSC-3-83.
11. _____. 1983. Resistance Screening Center procedures manual; a step - by - step guide used in the operational screening of southern pine for resistance to fusiform rust. Estados Unidos 55 p. Report no. 84-1-1



IX. A P E N D I C E

APENDICE No. 2 Boleta para registros de agallas nuevas en árboles de pino

Fecha: _____ Lugar: _____

Clima: _____

Altitud: _____ Pendiente: _____ Exposición: _____

Número de agalla	Localización		Tamaño (cms)		Forma				Estadio presente			Observaciones
	R	T	Largo	Ancho	1	2	3	4	Picnium	Aecium	Crecimiento	

R = Rama
T = Tallo

1 = Cilíndrica
2 = Cónica
3 = Redonda
4 = Irregular

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto 2 de noviembre, 1988

HISTORIA CENTRAL
"IMPRIMASE"
DEPOSITO




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO