

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**EVALUACION DE CUATRO FUNGICIDAS  
EN EL COMBATE**

**DE LA ROYA DEL CAFETO**  
**(*Hemileia vastatrix* Berck & Br.)**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is circular, featuring a central figure holding a staff and a book, surrounded by Latin text and symbols of science and agriculture.

**Tesis**  
Presentada a la Honorable Junta Directiva  
de la  
Facultad de Agronomía  
de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

**AMED GELIMERO BAUTISTA MENDEZ**

Al Conferírsele el Título de

**INGENIERO AGRONOMO**

En el Grado Académico de

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS**

Guatemala, Febrero de 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

01  
T(643)

c. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Leonel Carrillo Reeves

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:

Vocal 1o.

Vocal 3o.

Vocal 3o.

Vocal 5o.

Secretario

Doctor ANTONIO SANDOVAL

Ing. Agr. ORLANDO ARJONA

Ing. Agr. GUSTAVO MENDEZ

Ing. Agr. NESTOR FERNANDO VARGAS

P. A. ROBERTO MORALES M.

Ing. Agr. CARLOS FERNANDEZ

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano

Examinador

Examinador

Examinador

Secretario

Doctor ANTONIO SANDOVAL

Ing. Agr. M.C. CARLOS AGUIRRE

Ing. Agr. GUSTAVO MENDEZ

Ing. Agr. GUILLERMO PELAEZ

Ing. Agr. CARLOS FERNANDEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....

21 de enero de 1982.

Dr. Antonio Sandoval S.  
Decano de la Facultad de  
Agronomía  
Universidad de San Carlos

Señor Decano:

Atentamente comunico a usted que cumpliendo la designación que me hiciera la Decanatura he procedido a Asesorar el Trabajo de Tesis del estudiante AMED G. BAU TISTA MENDEZ, titulado: "EVALUACION DE CUATRO FUNGICIDAS EN EL COMBATE DE LA ROYA DEL CAFETO" (Hemileia Vas tatrix, Berck & Br).

Considerando que el presente trabajo llena los requisitos de una tesis de grado, recomiendo su aprobación para ser publicado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

1/24  
Ing. Agr. Mario Melgar  
A S E S O R

MM/amdef.  
cc. Archivo.



COMISION MEXICO-GUATEMALA  
PARA LA PREVENCION Y  
CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO

Guatemala, 3 de febrero de 1982

Doctor  
Antonio Sandoval S.  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad

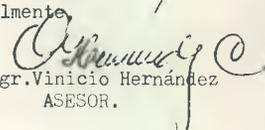
Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para comunicarle que he procedido a asesorar el trabajo de tesis del estudiante Amad Bautista Mendez, titulado : "EVALUACION DE CUATRO FINGICIDAS EN EL COMBATE DE LA ROYA DEL CAFETO" (Hemileia vastatrix, Berck & Br.).

Considerando lo anterior , recomiendo dicho trabajo de investigación para su aprobación y publicación respectiva .

Agradeciendo la atención a la presente,

Cordialmente,

  
Ing. Agr. Vinicio Hernández  
ASESOR.



COMISION MEXICO-GUATEMALA  
PARA LA PREVENCION Y  
CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO

Mazatenango, 23 de Enero de 1,982

Señor  
Decano Facultad de Agronomía  
Dr. Antonio Sandoval S.  
Presente

Señor Decano:

Muy atentamente me dirijo a Ud., en relación al -  
nombramiento que se me hiciera, para asesorar el traba-  
jo de tesis del estudiante AMED G. BAUTISTA MENDEZ, ti-  
tulado: "EVALUACION DE CUATRO FUNCICIDAS EN EL COMBATE  
DE LA ROYA DEL CAFETO" (Hemileia vastatrix, Berck & Br)  
sobre el particular informo a Ud. que he cumplido con  
dicho requerimiento.-

Considerando que el trabajo del estudiante Bautis-  
ta Mendez, ha sido concluido y constituye un aporte a  
la caficultura del país; por lo que en mi opinión, reu-  
ne los requisitos para su aprobación como tesis de gra-  
do de la Facultad de Agronomía.-

Sin otro particular, me es grato suscribirme. Aten-  
tamente,

  
Ing. Agr. Oscar E. Argueta B.  
A S E S O R

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE CUATRO FUNGICIDAS EN

EL COMBATE DE LA ROYA DEL CAFETO

(Hemileia vastatrix, Berck & Br.)

como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas; esperando merezca vuestra aprobación, ruego a vosotros aceptar las muestras de mi más alta consideración y respeto.

Deferentemente,

P. Agr. Amed Bautista Méndez.

DEDICO ESTE ACTO:

A MI MADRE:

Esperanza Méndez V.

Como mínima recompensa a su noble sacrificio.

A MIS ABUELOS:

Federico Méndez N.

María Trinidad Velásquez J.

Que mi triunfo sea una corona de laureles a la memoria de ambos.

A MIS HERMANOS:

Profa. Oneida Bautista de Soto  
Dr. Egil Guillermo Bautista

A MI NOVIA:

Gloria Eufemia Godínez Ramírez

Por su comprensión durante mi carrera.

A MIS SOBRINOS:

Mónica, Brendy, Estuardo,  
Byron.

A:

Fraterno Godínez y Sra.

Por la hospitalidad brindada.

Dr. Rubén Godínez  
Lic. Inf. Thelma Méndez  
Egberto Méndez y Sra.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

DEDICO ESTA TESIS:

- A mi Patria, Guatemala.
- A San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.  
"VALLE DE LA ESMERALDA"
- A la Tricentenario Universidad de San Carlos.
- A la Facultad de Agronomía.
- Al Instituto Técnico de Agricultura.
- Al Departamento de Sanidad Vegetal y Cuarentena (DIGESA)
- A la Comisión Mixta México-Guatemala para la prevención y control de la Roya del Cafeto.
- Al Campesino de Guatemala.

DEDICATORIA:

A mi madre: Esperanza Méndez

que con su ferviente esfuerzo, buena  
comprensión y su gran ejemplo como  
MADRE, ha logrado mi superación.

AGRADECIMIENTO:

Quiero dejar constancia de mi aprecio y agradecimiento a  
mis asesores:

Ing. Agr. M.C. Mario Melgar

Ing. Agr. Oscar Argueta

Ing. Agr. M.C. Vinicio Hernández

Por el atinado Asesoramiento en el desarrollo del presente  
trabajo.

Así mismo al Ing. Agr. Carlos Barrios, de la Comisión Roya  
por su valioso apoyo y sugerencias.

A la Comisión México-Guatemala para la prevención y Control  
de la Roya del Cafeto.

Por haberme dado la oportunidad de realizar esta investiga-  
ción en el Centro Regio-  
nal de Mazatenango.-

<u>Cuadro No.</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>Página No.</u>
I	INTRODUCCION	1
II	JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	2
III	OBJETIVOS	4
IV	FORMULACION DE HIPOTESIS	5
V	REVISION DE LITERATURA	6
	- Clasificación Taxonómica	6
	- Sintomatología	6
	- Características del hongo	8
	- Importancia económica	11
	- Ciclo de Vida	12
	CONTROL INTEGRADO DE LA ROYA DEL CAFETO	14
	- Rastreo	14
	- Control Mecánico	15
	- Prácticas Culturales	15
	- Control Biológico	15
	- Control Químico	16
	Características de los fungicidas usados	19
VI	MATERIALES Y METODOS	25
	- Material Experimental	25
	Características del sitio experimental	25
	Material Experimental	26
	- Metodología Experimental	26
	Diseño Experimental	27
	Unidad Experimental	27
	Variables investigadas	27
	Manejo del experimento	27
VII	RESULTADOS Y DISCUSIONES	29
VIII	CONCLUSIONES	37
IX	RECOMENDACIONES	38
X	RESUMEN	39
XI	BIBLIOGRAFIA	42
XII	ANEXO	45

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página No.</u>
1	Datos de Promedios Trianales de Producción de café en forma decreciente, con autor, citado por Rayner	11
2	Efectos de la Roya en 5-30% sobre la producción de café, según Muysmond	12
3	Tratamientos evaluados en el experimento	26
4	Efecto de productos curativos en el porciento de control de la infección de la Roya del cafeto a nivel de hojas	26
5	Efecto de productos curativos en el porciento de control de la infección de la Roya del cafeto a nivel de hojas	30
6	Efecto de productos curativos en el porciento de control de la infección de la Roya del cafeto, a nivel de pústula	32
7	Efecto de productos curativos en el porciento de control de la infección de la Roya del cafeto a nivel de pústula	33
8	Efecto de productos curativos en el porciento de viabilidad de uredosporas de Roya del cafeto	34

INDICE DE FIGURAS

Figura No.

Página No.

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Areas detectadas con Roya al 31 de diciembre de 1981 en Manzanas por departamento | 3  |
| 2 | Esquema de la Delimitación de un foco de Roya del cafeto                          | 16 |

EVALUACION DE CUATRO FUNGICIDAS EN  
EL COMBATE DE LA ROYA DEL CAFETO  
(Hemileia, vastatrix, Berck & Br.)

I.) INTRODUCCION:

La Roya del cafeto, causada por el hongo (Hemileia vastatrix, Berck & Br.) es economicamente la más importante enfermedad del cafeto, y además, una de las enfermedades vegetales más devastadoras.

El hongo incitante de la enfermedad, no solamente ha producido y todavía produce pérdidas económicas enormes sino sus devastaciones servían para subrayar a los agrónomos de mediados del siglo pasado, la enorme importancia del estudio de las enfermedades de las plantas. Es en realidad una "enfermedad clásica" y fue objeto de una de las primeras investigaciones científicas llevadas a cabo por fitopatólogos de renombre. (17).

Los países latinoamericanos han estado preocupados por el descubrimiento de la roya del cafeto en el continente; debido a que todas las variedades del café (Coffea arábica L.) bajo cultivo en el hemisferio, son susceptibles a esta enfermedad. (18).

La roya del cafeto puede controlarse con la aspersión de fungicidas y para el futuro inmediato de la caficultura guatemalteca se ve necesario el establecimiento de aspersiones de fungicidas para los cultivares susceptibles, donde quiera que se presente la enfermedad y sea lo suficientemente severa como para causar pérdidas económicas.

De ésta manera, es imprescindible realizar estudios sobre la evaluación de productos químicos que controlen la enfermedad, principalmente en la zona cafetalera de la costa sur, donde la enfermedad se ha acentuado en forma severa; y con este fin llegar a proponer medidas que conduzcan a controlar la enfermedad y mejorar los rendimientos.

## II.) JUSTIFICACION DEL ESTUDIO:

Para Guatemala, el cultivo del café ocupa un lugar muy importante en la producción agrícola, constituyendo el principal producto de exportación y siendo además de gran importancia en la actividad económica del país, ya que de las exportaciones de café, se obtienen anualmente la mayoría de ingresos por concepto de divisas.

Es de vital importancia indicar que la actividad cafetalera absorbe un alto porcentaje de mano de obra de la población económicamente activa, lo cual representa una ocupación de 276,860 trabajadores, que implica una cifra aproximadamente de 1,100.000 personas dependientes. (11).

Para el año agrícola 1977 - 1978, se exportaron 2,034 miles de sacos de 60 kilos y para el siguiente año esta producción exportable se estimó en 2.3 millones de sacos, lo cual significa un incremento del 13%, de donde el café siguió siendo el más importante renglón de las exportaciones de Guatemala. (9).

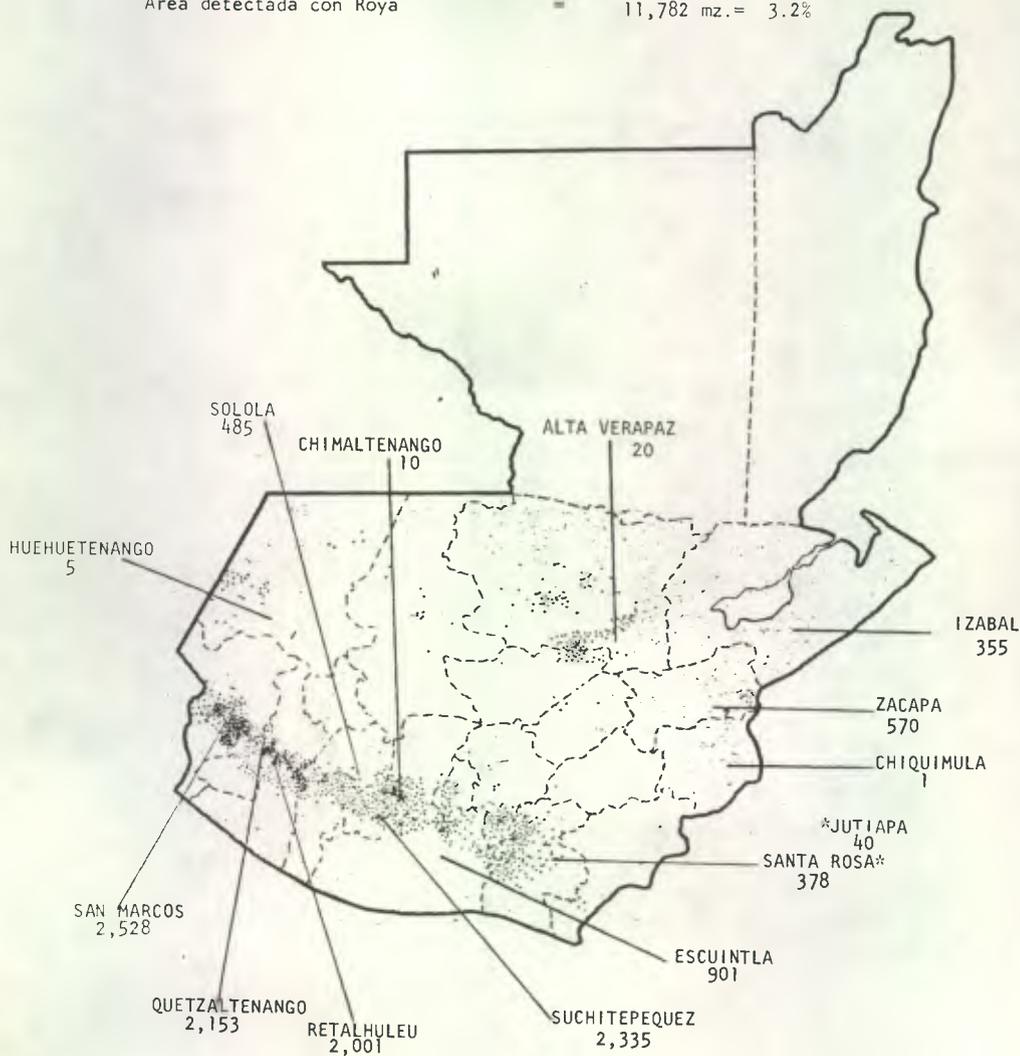
Por tal razón la baja productividad y nuestra dependencia de éste cultivo, hacen vulnerable la economía y el aspecto político de Guatemala, así también cualquier problema en el mercado mundial del café, como la continua fluctuación de precios en el grano, o bien trastornos de orden interno causados por enfermedades exóticas, tal es el caso de la Roya del Cafeto (Hemileia vastatrix, Berck & Br.).

La Roya del Cafeto se encuentra afectando a diciembre de 1981, 14 departamentos que abarca 50 municipios y que hacen un área de 11,782 manzanas, a la fecha se ha hecho control químico a un área de 20,469 manzanas. (7).

Desde la detección de la Roya del Cafeto en áreas cafetaleras de la Aldea "Tierra Blanca" del municipio de Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa, el 10 de diciembre de 1980 (7), ha sido objeto de preocupación constante la evaluación de fungicidas disponibles, con la idea de contar con alternativas para el combate químico del hongo.

AREAS DETECTADAS CON ROYA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1981  
EN MANZANAS POR DEPARTAMENTO

Area cultivada con café en Guatemala = 364,858 mz. = 100%  
Area detectada con Roya = 11,782 mz. = 3.2%



Fuente:

Memoria anual de labores. Comisión Roya (7)

\* Reajuste en los municipios de los Departamentos de Santa Rosa y Jutiapa.

### III.) OBJETIVOS GENERALES:

- Tener un mejor conocimiento sobre el problema que representa la enfermedad.
- Evaluar un método de combate de la enfermedad Roya del cafeto.

### ESPECIFICOS:

- Comparar la eficiencia de los fungicidas, para el combate de la Roya del Cafeto.
- Evaluar diferentes dosis de estos productos para lograr un combate efectivo.
- Determinar la residualidad de los productos y por con siguiente la frecuencia de aplicación que asegure un combate efectivo.

#### IV.) FORMULACION DE HIPOTESIS:

En base a los objetivos, se plantea la siguiente hipótesis:

- "EXISTE POR LO MENOS UN PRODUCTO Y UNA DOSIS QUE ES MAS EFECTIVA QUE LOS OTROS PRODUCTOS Y DOSIS PARA EL COMBATE DE LA ROYA DEL CAFETO".

## V.) REVISION DE LITERATURA.

A continuación se presenta la literatura sobre los aspectos de la Roya del Cafeto, con el afán de proporcionar una información amplia sobre este grave problema que afecta a la caficultura nacional.

### A) Clasificación Taxonómica:

La Roya del Cafeto, Hemileia vastatrix, Berck & Br., según R. W. Rayner, (17), se clasifica de la forma siguiente:

División	=	Mycota
Sub División	=	Eumicotina
Clase	=	Basidiomicetes
Orden	=	Uredinales
Familia	=	Pucciniaceas
Género	=	<u>Hemileia</u>
Especie	=	<u>vastatrix</u>

Nombre Común = " Roya del Cafeto ", " Herrumbre del Café " " Enfermedad de la hoja del cafeto ", " Roya de la Hoja del cafeto ".

### B) Sintomatología:

El hongo produce manchitas redondeadas amarillo-anaranjadas y polvorientas en el envés de las hojas. Al comienzo, el área afectada por una sola infección tiene un diámetro de unos 3mm., y es aproximadamente circular, pero gradualmente aumenta el tamaño hasta 2 cms., ó más y puede unirse con otras infecciones para formar una lesión más o menos irregular que a veces puede abarcar gran parte de la superficie foliar. Cuando la lesión se toca con el dedo, parte del polvo de esporas de color amarillo-anaranjado, queda pegado en él.

Si hay esporulación abundante, un ligero toque de la hoja puede hacer que una nube de esporas se desprenda. En los estados muy tempranos, se nota solo una mancha pálida, amarillenta, en el envés de la hoja, esta mancha es traslúcida y si se examina contra la luz parecería deberse a aceite. Uno o dos días después de su primera aparición, la mancha toma un tinte anaranjado y la superficie se vuelve polvorienta. Cuando las áreas de la hoja atacadas por el hongo se hacen más viejas, su centro muere, se vuelve marrón oscuro y se seca. La formación de esporas en éstas áreas muertas finaliza y con frecuencia las esporas presentes tienden a volverse blancuzcas o grisáceas y pueden, en gran parte, desaparecer. Aún antes de que el tejido foliar se torne marrón, las esporas pueden aparecer más pálidas en la masa central de la lesión y pueden volverse blancuzca sin tinte anaranjado. (17).

Nutman y Robert, citado por Rayner (17), en 1963 demostraron que el por ciento de esporas con contenido hialino hacia el centro de la lesión y que la pérdida de color no se debe necesariamente al envejecimiento de las esporas in-situ pues el ser removidas puede producirse una nueva generación de esporas hialinas. En tales áreas las fructificaciones de otros hongos, que estaban presentes en la hoja como infecciones latentes, pueden aparecer como manchas negras o pueden comenzar a desarrollar hongos saprofiticos. La pérdida del color amarillento-anaranjado típico de las esporas pueden acelerarse con la presencia de un hongo blancuzco parasítico, Verticillium hemiliae Bour. En etapas avanzadas del ataque, la mayor parte del área afectada muere solamente de vez en cuando cerca del margen, sobreviviendo áreas amarillentas-anaranjadas portadoras de esporas.

La expansión lateral de la lesión la puede interrumpir completamente en el nervio central (comúnmente) o una vena lateral (menos frecuentemente), pero a veces éstas barreras apenas retardan la expansión de una lesión o tienen poco efecto. La apariencia exacta de una lesión puede variar de acuerdo con la variedad del cafeto, según su susceptibilidad, tales variaciones pueden afectar al tamaño de las lesiones, la proporción del área que muere y el espesor de la

capa de polvo formada por las esporas. A veces se puede apreciar una especie de tonificación circular de la parte amarillo-anaranjada de las lesiones.

Si la infección es fuerte, en los estados iniciales, la superficie entera de la hoja puede estar manchada por áreas pequeñas, amarillo-anaranjadas, sobrepuestas de diferentes maneras. Aún cuando hay solamente pocas infecciones, éstos pueden expandirse si la hoja sobrevive suficiente tiempo, hasta que gran parte de la hoja muere. Cuando hay áreas adyacentes, no atacadas, también pueden secarse y morir, afectando con frecuencia la hoja entera. En tales casos, poco tiempo antes de que las hojas se sequen por completo y se vuelvan color marrón, y también en las que se caen por cualquier otra razón, los bordes de las lesiones frecuentemente están rodeadas por una orilla verdosa, deslindando — las de las regiones amarillentas o marrones circundantes, no atacadas.

Aún cuando solo haya unas pocas lesiones, la vida de la hoja a menudo se reduce mucho y puede caerse a edad temprana; como consecuencia de esto y de la abscisión de hojas muy atacadas, un árbol afectado severamente puede perder gran parte de su follaje. Este efecto, depende de las condiciones climatológicas presentes, producción de la cantidad de reservas de carbohidratos de las plantas. Si hubiese una reducción considerable del crecimiento, gran parte de la cosecha quizá no podría madurar porque los granos se tornarían más livianos o se volverían negros.

### C.) Características del Hongo

La siguiente descripción se basa en publicaciones hechas por Ward (1882), Delacroix (1911) Roger (1951), citados por Rayner (17):

El micelio se encuentra completamente dentro del mesófilo y está principalmente confinado a las áreas de la hoja donde los tejidos están descoloridos y cloróticos; consiste en hifas hialinas en abundancia y frecuentemente ramificada

en forma irregular; el diámetro de las hifas es bastante uniforme y oscila entre 5 y 6 micras.

Chevaugéon (1956) citado por Rayner (17), sin embargo, describe las hifas de muestras examinadas en la costa de marfil, como irregulares en diámetro variando desde 2.8 a 7 micras.

Existen tabiques de vez en cuando, pero estos están separados a veces por intervalos grandes, especialmente en las hifas tiene una coloración anaranjado-rojiza. Las Hifas según Chevaugéon, crecen entre las células del mesófilo y penetran en ella mediante ramificaciones cortas, filiformes, que terminan en expansiones ovales, reniformes o un poco irregulares 7 a 8.4 x 4.5 micras las cuales contienen citoplasma denso con uno o dos gránulos refrigentes.

Estas expansiones constituyen los haustorios y se presume que sirven como órganos que absorben los alimentos. Generalmente hay uno de dos haustorios en cada célula hospedante, pero a veces existen en número mayor. El micelio es más abundante en el parenquima esponjoso de la hoja y en las especies y variedades más resistentes de café queda confinado a ésta parte del mesófilo. En las variedades más susceptibles, el micelio tiende a penetrar al tejido de empalizada y hasta puede enviar haustorios a las células de la epidermis superior. Cuando las células del hospedante son invadidas, los cloroplastos se tornan gradualmente amarillentos. El contenido de las células afectadas se contrae y se coagula en forma de una masa, la que gradualmente se decolora y se torna más oscuro; esta decoloración también se extiende hasta cierto grado a las paredes celulares.

A veces el citoplasma desaparece y es reemplazado primeramente por un líquido acuoso y posteriormente por aire.

Las hifas forman masa entretrejidas de micelio, de apariencia coralina, en las cavidades subestomáticas. De éstas masas un fascículo de filamentos finos (llamados "esterigmas" por algunos autores) crecen a través del poro del estoma.

El fascículo se hace más grueso, pero raras veces, rompe la epidermis en la región del estoma.

Los filamentos divergen y se expanden un poco al llegar afuera. Las ramificaciones que formarán las uredosporas están llenas de un citoplasma grisáceo de granulación fina; al llegar al exterior de las hojas se expanden para formar un saco ovoide, o sea la espora joven. Sacos similares se forman por segmentación más abajo y de esta manera se forma un ramillete de esporas jóvenes. Se intercala un tabique en la base de cada espora, ésta madura se separa fácilmente del pedículo, cada espora, al comienzo, presenta un saco sencillo, liso y de pared delgada, relleno de un citoplasma finamente granulado en el cual se observa con frecuencia un corpúsculo semejante a un núcleo.

Luego la pared se coagula, se forman papilos en la cara de la pared orientada hacia afuera del grupo de esporas formando en cada fascículo de filamentos, los filamentos se adhieren fuertemente entre sí, formando una especie de Pseudo parenquima (plecténquima). Las esporas se producen en el lado y el ápice del cuerpo compuesto de este modo, que se torna en una protuberancia ovalada, cubierta por sus lados de pedículos cortos y truncados, de los cuales ya se han caído las esporas.

La formación del plectenquima puede extenderse hasta las hifas internas o sea subestomáticas las que se aprecian después de remover la epidermis de la hoja, como cuerpos redondeados, oscuros y globosos, fijados debajo del estoma. Algunos de los miembros exteriores del fascículo de filamentos quizás no produzcan esporas y se denominan Pseudoparafisis. Toda la masa pseudo parenquimatosa debajo y encima del estoma se llama corrientemente Soro. El área foliar, sobre la cual el hongo fructifica está de esta manera recubierta por un número elevado de soros individuales y no es correcto referirse al área entera de la hoja, en la cual tiene lugar la esporulación, como un solo soro, tal como lo han hecho algunos autores.

A los filamentos individuales de un soro se les ha llamado "hifas esporógenas". Thirumalacher y Narasimhan (1947), citados por Rayner (17), los llamaron "esporóforos". Consisten de dos o tres células una más o menos isodiamétrica debajo del estoma, una célula termina elongada o claviforme, la que eventualmente puede llevar un número elevado de pedículos o esterigmas existiendo a veces una célula angosta y corta entre estos dos.

Thirumalacher y Narasimhan has demostrado que todas éstas células simultáneamente y los núcleos hijos de cada división simultánea pasan a las uredosporas.

D.) Importancia Económica:

Abbay 1878 en Ceilán, citado por Rayner (17), presentó promedios trianuales, cuadro 1, demostrando que la cosecha decrecia marcadamente, por el ataque de Roya del cafeto.

CUADRO 1

1866 -68	537 Kgs./Ha.
1869 -71	570 Kgs./Ha.
1872 -74	368 Kgs./Ha.
1875 -77	374 Kgs./Ha.

La pérdida anual fué estimada en 21,000.000 Kgs.

En 1869, antes de generalizarse la Roya, se exportaron 513,000 toneladas métricas de café, mientras que en 1876-77 cuando unas 21,000 Has., adicionales de café comenzaban a dar cosecha, sólo 405 toneladas métricas fueron exportadas.

Gordon Cummings en los años 1890-91 citado por Rayner (17) en Ceylan indicó, "en esta época (1871) el Rey café tenía la supremacía y cada pedacito de terreno disponible - estaba dedicado a éste cultivo único, produciendo la mayoría de los distritos un efecto de mucha monotomía".

Muyshondt citado por Schieber (18) hizo un análisis del posible impacto económico de la Roya en Centroamérica, Panamá y México indicando que los aspectos negativos a causa de esta enfermedad, sería de un 5% a un 30% sobre la producción.

Efectos de la Roya en 5-30% sobre la producción según Muyshondt.

CUADRO 2

o/o de Daños causado por <i>Hemileia vastatrix</i>	Reducción en Producción bolsa de 60 Kgs.	Reducción en Ingresos (dolares)	Reducción en Mano de obra (hombre/día)
5 o/o	550.000	22,100.000	7,750.000
10 o/o	1,100.000	44,200.000	15,500.000
15 o/o	1,650.000	66,300.000	23,250.000
20 o/o	2,200.000	88,400.000	31,000.000
25 o/o	2,750.000	110,500.000	38,750.000
30 o/o	3,300.000	132,600.000	46,500.000

#### E) Ciclo de Vida

El estudio del ciclo de vida de *Hemileia vastatrix* es incompleta, pues hasta hoy se desconocen sus estados de picnio y ecio según Rayner (17) el hongo produce uredosporas y teliosporas sobre el cafeto; cuando las condiciones ambientales son favorables, las teliosporas, germinan in-situ produciendo basidiosporas y hasta la fecha no se ha encontrado hospedero alterno con los estadios de picnio y ecio.

Marshall Ward, citado por Rayner (17) realizó las primeras investigaciones sobre la germinación de las Uredosporas de H. vastatrix, encontrando que germina entre 12 y 24 horas, y en 48 horas pueden formarse los apresorios; indicando además, que los síntomas aparecen a los 14 días después de la inoculación y la esporulación se inicia de los 2 a 4 días de haber aparecido los síntomas.

Rayner (17), informó que se requiere agua para la germinación y esta ocurre entre 2.5, 3.7 y 4 horas a 23°C. La formación de apresorios toma de 6.5 a 8.5 horas, con un mínimo de 5.3 horas.

Saccas y Charpentier, citados por Rayner (17), informaron que las uredosporas colocadas en una gota de agua estéril é incubados a 24°C., inician su germinación después - de 3-4 horas, obteniéndose de 10 a 15 % de germinación y alcanzando de 60 a 85 % de germinación después de 6 horas. Cada uredospora produce por lo menos 1 tubo germinativo, algunas veces dos y raras veces más. Después de 3-4 horas los tubos germinativos pueden crecer de 28-140 micras y después de 8 horas pueden alcanzar entre 85 a 250 micras. En algunas ocasiones se ramifican en distintas direcciones. En los ápices de los tubos germinativos y al final de las ramificaciones se forman los apresorios.

Rayner (17) encontró que la obscuridad estimula la germinación, observó que la luz disminuye e inhibe el crecimiento de los tubos germinativos.

Nutman y Robert citados por Rayner (17) observaron que la germinación puede llevarse a cabo en el campo durante el día con la luz que normalmente existe en las superficies inferiores de las hojas, en otra investigación estos mismos autores encontraron que bajo condiciones controladas de laboratorio, se llevó a cabo la germinación bajo luz difusa.

Varios investigadores han informado sobre el período de incubación de Hemileia vastatrix, citados por Rayner tenemos:

- Marshall Ward en 1981-1982, en Ceylan: 12 a 16 días.
- Mayne 1932 en Mysore, India: 15 a 24 días.
- Rayner 1961 concluyó que puede llegar hasta 5 semanas.
- Nutman y Robert, concluyeron en 21 días.

El desarrollo de pústulas y la formación de uredosporas es más rápida (20-22 días) en hojas jóvenes que en hojas maduras (25-28 días) en hojas viejas las pústulas se forman 30 y 35 días.

Las esporas son sensitivas no solo a la edad de la hoja sino también a la parte de la misma en la cual se depositan. Aparentemente la germinación es casi el doble cerca de las márgenes de la hoja que cerca de la vena central.

Una pústula requiere desde que comienza la producción de uredosporas cerca de 3 semanas para llegar a su tamaño máximo, dependiendo de los factores ecológicos. Se sabe que una pústula bien desarrollada puede producir hasta 300,000 uredosporas. Estas pueden ser dispersadas por el viento, la lluvia, los insectos, plantas así como por los animales y el hombre.

### CONTROL INTEGRADO DE LA ROYA DEL CAFETO

La forma más eficiente para el combate de muchas enfermedades agrícolas, es el combate integral, es decir poner en juego todos los métodos de control existente.

La Roya del cafeto a la fecha se ha extendido bastante en el territorio guatemalteco, situación que obliga a todos los caficultores a contar con un personal capacitado para efectuar el reconocimiento de la enfermedad, el rastreo y control por medio de diferentes métodos y que a continuación se mencionan:

#### RASTREO

El objetivo del rastreo es determinar si existe o no la enfermedad en el cafetal y en el caso de que exista, deli-

mitar los focos o áreas infectadas. Consiste en revisar todas las bandolas de la planta, observando el envés de las hojas para ver si presenta la mancha característica o pústula de color amarillo-anaranjado con su respectiva masa de uredosporas (polvo fino). Si se encuentra infección con Roya, no deben cortarse, tocar ni quemar las hojas infectadas, solo debe marcar las plantas con nylon, pintura, Etc. Determinar seguidamente el número de plantas con Roya, posteriormente se hace la delimitación de los focos o áreas infectadas, labor que se hace para aspectos de control químico. (5). Ver esquema No. 2.

#### CONTROL MECANICO:

En general el control mecánico consiste en la destrucción de las hojas infectadas a mano, puede considerarse un método práctico y económico para emplearse en áreas en que la infección no es fuerte, en áreas relativamente restringidas y en donde el corte de hojas no influyen en el proceso fisiológico de la planta.

#### PRACTICAS CULTURALES:

La Roya del cafeto, ataca a cafetales bien y mal atendidos, sin embargo, es evidente que los cafetales mal atendidos, sin embargo, es evidente que los cafetales mal atendidos mantenerse bien atendidos respecto a algunas prácticas tales como: Control de malezas, poda adecuada tanto de la sombra como del cafetal, fertilización, etc., ya que dichas prácticas proporcionan un ambiente desfavorable al desarrollo del hongo. (6).

#### CONTROL BIOLOGICO:

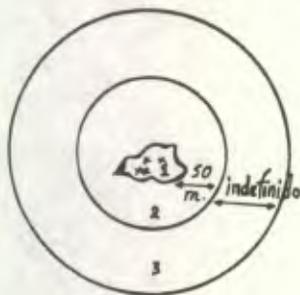
El papel que juega el hiperparasitismo en la reducción de la severidad de la enfermedad, está siendo investigado. Los hiperparásitos que más corrientemente se han encontrado asociados con la roya son los hongos Verticillium hemileiae bour, y Cladosporium hemileiae stey. Se le está dando especial atención al complejo Verticillium hemileiae. (20).

## CONTROL QUIMICO:

La roya del cafeto se puede combatir entre otras maneras, con el uso de fungicidas protectivos y curativos que son sustancias que matan el hongo por medio de su acción química, siendo uno más de los diferentes métodos dentro del control integrado.

A través de la coexistencia con la roya del cafeto, ha sido objeto de preocupación constante, el poder encontrar fungicidas que resulten efectivos para el control de esta enfermedad, por lo cual se han realizado estudios en épocas y distintos países que a continuación se menciona.

### ESQUEMA DE LA DELIMITACION DE UN FOCO DE ROYA DEL CAFETO

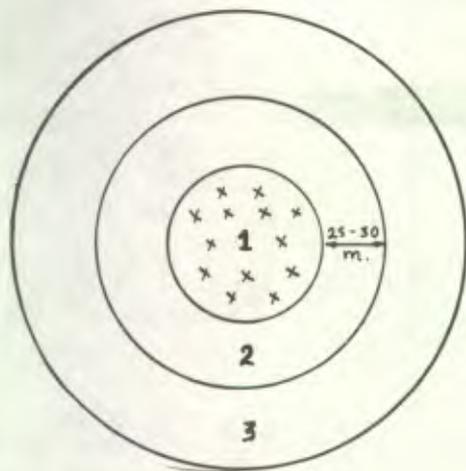


- 1) Area con Roya
- 2) Zona de aspersion con fungicida curativo.
- 3) Zona de aspersion con fungicida protectivo.

Fuente: (5)

## ESQUEMA DE ERRADICACION DE ROYA DEL CAFE

EN NICARAGUA. (16)



- 1) Foco de infección
- 2) Zona de erradicación con desecante.
- 3) Tratamiento con Sicarol (Pyracarbolid) fungicidas cúpricos (erradicación de infecciones latentes.)
- 4) Tratamiento protectorio con fungicidas cúpricos.

En 1935 Rayner demostró la acción protectoria de los fungicidas a base de cobre mediante la inhibición de la germinación de uredosporas (17).

Bock citado por Rayner (17). con sus experimentos al oeste del valle Rift, en Kenya donde la Roya es severa concluyó: a) el control máximo de la Roya de la hoja del café se obtuvo asperjando previamente a la estación lluviosa, b) el espaciamiento de los tratamientos era crítico y c) la eficacia de los fungicidas a base de cobre se reduce con el aumento de los intervalos entre aspersiones durante las primeras lluvias. Rayner citado por Schieber (18), enfatizó la importancia de la redistribución de los fungicidas de cobre por salpicaduras de lluvia en las hojas superiores, encontrando además que la eficacia de las aspersiones estaba re-

lacionada con la cantidad de residuos de fungicidas dejados en las hojas.

Wallis y Firman citados por Schieber (18). encontraron que, para obtener un buen control de la herrumbre, se debe efectuar una aspersión a base de cobre con un mínimo de 60 miligramos de cobre por metro cuadrado de superficie de follaje. Estos mismos autores encontraron efectivas las aspersiones de bajo volúmen, utilizando 50 miligramos de solución con 2-4 gramos de fungicida de cobre al 50 % por árbol en Kenya, aplicándose éste con un aspersor portatil.

Burdekin, citado por Schieber (18) mediante la prueba de varios fungicidas, encontró que las sustancias químicas cúpricas daban más rendimiento que los fungicidas de zinc, que disminuía el número de pústulas y la caída de las hojas.

Griffiths, citado por Schieber (18) reportó que difolatan y benlate, usados contra las enfermedades de la cereza del café en Kenya, suplementaban la acción de los cobres contra la roya de la hoja.

Newhall y Orillo citados por Schieber (18) informaron sobre un aumento considerable en el rendimiento de los cafetales en las Filipinas con 5 a 10 aplicaciones anuales de fungicidas de cobre, bordeaux o caldo borgoñés, ambos con adherentes, y que la aspersión previa a las lluvias era más importante que la efectuada después de estas, y que el beneficio derivado de la segunda aspersión fué mayor cuando la enfermedad no estaba muy avanzada y después que había terminado la estación lluviosa.

Ananth citado por Chávez (8) estudió recientemente en la India los efectos de la época y frecuencia de las aspersiones con caldo bordeaux al 0.5%; usó las siguientes aplicaciones: a) tres aspersiones con intervalos de 21 días antes del principio de las lluvias, b) las tres y cuatro aplicaciones al principio de la temporada, unidas a las aplicaciones en medio de la estación lluviosa, dieron un control razonable al evaluarlo por el número de manchas en las hojas, pero, una alta proporción de las hojas afectadas por

la roya se mantuvieron en los árboles.

Saccas y Charpentier, citados por Chávez (8), trabajaron en la República Central Africana, llevaron a cabo experimentos por 10 años para evaluar la eficacia de cuatro fungicidas y dos orgánicos para el control de la roya, los experimentos fueron iniciados en 1958, con los productos siguientes: Caldo bourdeles al 1%; Perenox al 1% (óxido cuproso con 50% de cu); (viricuire al 1%) (copper oxychloride con 50% de cu); Dithane Z-78 al 0.3% (Zineb 65%); Esso 406, al 0.2% (captan 50%); todos los fungicidas a base de cobre fueron aplicados a razón de 3.5 Kgs., de cobre metálico por hectárea. Los productos se aplicaron cuatro veces al año a intervalos de dos meses, los resultados mostraron que en promedio los fungicidas a base de cobre fueron superiores a los orgánicos, el caldo bourdeles fué un poco mejor que los otros fungicidas a base de cobre y la eficacia de los tratamientos podia aumentarse incrementando el número de aplicaciones.

Burdekin, citado por Chávez (8), demostró que fungicidas que no contienen cobre como captan, zineb, y ziram, dieron tan buen control como los fungicidas a base de cobre haciendo notar que tanto zineb y ziram redujeron la caída de las hojas menos que el cobre, y tuvieron un menor efecto en el aumento de la producción.

#### Características de los fungicidas usados.

##### A) Triadimefon (Bayletón)

Es un fungicida de efecto sistémico, actúa sobre todo contra el oidium y contra royas, es de efecto no solo preventivo sino también curativo y erradicativo; es decir actúa contra el agente patógeno después de haberse efectuado la infección. (1)

Con las dosificaciones recomendadas es bien fitocompatible y según los resultados obtenidos hasta la fecha puede ser considerado como inofensivo para los insectos benéficos.

PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS DE LA SUSTANCIA

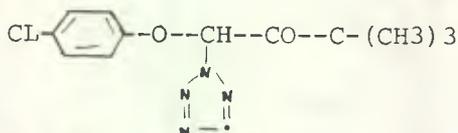
ACTIVA. (14)

Nombre común: Bayletón

Denominación química: 1- (4-cloro-fenoxi)-3,3-dimetil-1-(1-H-1,2,4, triazol-1-il)-2-butanón.-

Denominación del grupo: Triadimefon (propuesta-"Triazol"

Fórmula Estructural:



Fórmula Bruta: C<sub>14</sub> H<sub>16</sub> Cl N<sub>3</sub> O<sub>2</sub>

Peso Molecular: 293.7

Aspecto: Cristales incolores

Punto de Fusión: 82.3°C (i.a. puro)

Presión de vapor: a 20°C 10<sup>-6</sup> Mbar

a 40°C 2 X 10<sup>-5</sup> mbar. aproximadamente.

Solubilidad

en agua	0.007 (i.a. Puro)
en ciclohexanona:	60-120
en isopropanol:	20-40
en ligroina (80-110°C)	0-1
en metilencloruro:	120
en tobiol:	40-60

Estabilidad

en 0.1 N. de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	no se descom-
en 0.1 N. de NaOH	pone durante
	24 horas
	a 20°C

## FORMULACION

Polvo Mojable (Wp) con 5 y 25% de sustancia activa con centrado emulsionable (EC) con 250 grs de sustancia activa.

Polvo (DP) con 0.5% de sustancia activa

Pasta (PA) con 2% de sustancia activa.

## TOXICOLOGIA

Toxicidad aguda oral: DL<sub>50</sub> en ratas 568 a 1000 mg/kg.

DL<sub>50</sub> en ratones 989 mgs/ kg

### B) Pyracarbolid (Sicarol)

Es un fungicida sistémico con acción contra hongos basidiomicetos, destacandose por su singular efectividad contra la Roya del café. Además de ser preventivo, se caracteriza por su excelente efecto curativo. Es una dispersión aceitosa que no corroe ni obstruye las boquillas.

La sustancia activa es absorbida por las raíces y a través de las hojas, pudiendo aplicarse tanto como polvo mojable o para el tratamiento de semillas. (12)

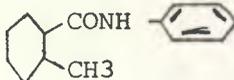
## PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LA SUSTANCIA ACTIVA. (14)

Designación química: Anilida del ácido 2-metil-5.6-dihidro 4H- pirano 3- carboxilico

Nombre común de la sustancia activa= Pyracarbolid.

(grupo) " "

Formula Empírica : C<sub>13</sub> H<sub>15</sub> NO<sub>2</sub>

Fórmula Estructural : 

Peso molecular : 217.3  
 Aspecto : Sustancia blanca, seca é inodora  
 Densidad : 1.25 grs/ml. a 20°C

Presión de vapor:

Oc	Torr:
25	$0.121 \times 10^{-6}$
60	$0.396 \times 10^{-4}$
100	$0.786 \times 10^{-2}$

Punto de Fusión: 110-111°C

Solubilidad	Oc	gr/100mlts de H <sub>2</sub> O
	40	0.06
	60	0.11
	90	0.34
	Oc	gr/100mlts. Discolventes organic.
	25	8.9 etanol
		8.6 acetato de etilo
		36.6 cloroformo
		1.3 xilol
		0.0 hexano normal

Punto de Inflamación:  
 (15 dispersión)

Abierto 160-165°C aproximadamente

### FORMULACIONES

Sicarol 50 PM ===== Polvo mojable, contiene un 50% de sustancia activa pura.

Sicarol 75 Disp. == Polvo para el tratamiento de semillas contiene un 75% de sustancia activa pura.

Sicarol 15-20 UBV == Solución UBV, contiene un 15, ó 20% de sustancia activa pura.  
HOE 137641F disp. == Dispersión contiene:  
9.9% de sustancia activa pura pyra-  
carbolid y  
9.9% de sustancia activa pura car-  
bendazim.

## TOXICOLOGIA

### Toxicidad aguda oral.

DL<sub>50</sub> en ratas. 15,000 mgs/kg (en mucílago de almi-  
dón)  
DL<sub>50</sub> en perros. DL<sub>50</sub> no pudo comprobarse  
500 mgs./Kg. (en mucílago de almidón)  
es la cantidad máxima aplicable que  
se administró sin provocar el vómito,  
comportamiento normal.

### Toxicidad dermal aguda

en ratas DL<sub>50</sub> no pudo comprobarse  
1,000 mgs/kg (en aceite de sésamo)  
es la cantidad máxima aplicable  
no se observaron síntomas irritati-  
vos.

### C) Oxycarboxin (Plantvax)

Es un fungicida, el cual es altamente efectivo en el control de las royas, por su actividad sistemática, a la vez que protege, erradica la roya. (3)

## PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS DE LA SUSTANCIA ACTIVA (15) (14)

### Denominación Química:

5,6--dihydro--2-methyl-N-phenyl 1-4-Oxathin  
-3 carboxamide, 4,4 dioxide, dioxide de vitavax,

denominación del grupo: Oxycarboxin.

Aspecto: cristales completamente blancos

Punto de fusión. 127.5-130°C

### FORMULACION

Facil de manejar, polvo mojable 75% de sustancia activa, líquido 5%, buenas características de suspensión; requiere un mínimo de agitación en el tanque de aspersion.

### TOXICOLOGIA:

Toxicidad aguda oral ==DL<sub>50</sub> en ratas 2,000 mgs/kg

Toxicidad aguda dermal===DL<sub>50</sub> en conejos 16,000 mgs/kg

D) Propiconazole (Tilt)

Es un fungicida con acción sistémica, el cual está en proceso de evaluación en diferentes países, no estando aún disponible en el mercado.

### PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS DE LA SUSTANCIA ACTIVA. (4) (14)

Nombre Químico: 1- {2 -(2-4-dicloro phenyl) 4- propyl  
1,3-dioxolan 2- 1 methrhl} -1H -1,2, 4-triazolé.

Denominación del grupo "triazol"

Nombre Propuesto "Propiconazole"

Aspecto===Líquido descolorido

Punto de abullición= 180°C a 0.1 mm Hg

Solubilidad: en agua 110 ppm bien miscible  
con la mayoría de solventes orgánicas

### TOXICIDAD:

Toxicidad aguda oral: DL<sub>50</sub> (rata) 1,517 mg/kg.

Toxicidad aguda dermal DL<sub>50</sub> (rata) 4,000 mg/kg.

practicamente no tóxico a aves y peces.

Aplicación Exterior: Activa a porcentajes bajos contra el moho (*Erisiphe*) y roya (*puccinia*) en cereales.

## VI MATERIALES Y METODOS

### A) Material experimental

#### A.1 Características del sitio experimental:

La práctica de campo para la evaluación de los productos se llevó a cabo en la finca "San Carlos Morales", propiedad del Señor Jorge Morales, ubicada en el municipio de San Martín Zapotitlán del departamento de Retalhuleu. La finca se encuentra a una altitud de 2,000 pies sobre el nivel del mar y sus características climáticas según INSIVUMEH (10), son las siguientes.

- a) Temperatura = mínima 20°C, máxima 25°C.  $\bar{X}=22.5^{\circ}\text{C}$ .
- b) Precipitación pluvial = 3,000 mm. anuales con mayor intensidad de agosto y octubre.
- c) Humedad relativa 80% promedio anual.
- d) Vientos poco frecuentes y de baja intensidad.
- e) Suelos: Simmons et al, (19) indica que el grupo de suelos predominantes en la zona, corresponde a la serie "chocolá" grupo II presentando una topografía con declives que varían de 3-6%. Considerados suelos más productivos de café en el país.

Según Holdridge (13), la zona ecológica es la tropical húmeda con una precipitación media anual de 4,105 mm. distribuida durante el período de lluvia de mayo a octubre.

Se escogió este lugar debido a que era una localidad con un alto grado de infección de roya, distribuida uniformemente en la mitad de la finca.

Las características del cafetal son:

- a) Variedad: caturra y bourbon
- b) Edad: varía de acuerdo a las variedades, encontrándose de 2,4 y 12 años respectivamente.
- c) Distancia de siembra 1.5 X 2 varas.
- d) Follaje: bastante denso, plantas sin podar.
- e) Sombra: no está bien regulada, predominando especies de leguminosas.

a. 2) Material Experimental:

En la investigación se evaluaron los fungicidas siguientes:

- a) Oxycarboxin (plantvax 20 EC)
- b) Propiconazole (Tilt 250)
- c) Triadimefón (Bayletón)
- d) Pyracarbolid (sicarol 15 disp)

b) METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

Siendo uno de los objetivos más importantes la evaluación de diferentes dosis de los productos, para lograr un combate efectivo y económico de la roya del cafeto, se evaluó el comportamiento de los productos y dosis descritos en el cuadro 3.

CUADRO No. 3

Producto	Dosis/Planta	Dosis/25 Plantas	Dosis/Mz con 1,000 Cafetos
Oxycarboxin	a) 1.10 mlts.	27.5 mlts.	1.10 litros
	b) 1.40 "	35.0 "	1.40 "
	c) 1.60 "	40.0 "	1.60 "
Propiconazole	a) 0.30 "	7.50 mlts.	0.3 "
	b) 0.45 "	11.25 "	0.45 "
	c) 0.60 "	15.00 "	0.60 "
Triadimefon	a) 1.0 grs/planta	25 gramos	1 Kgs.
Pyracarbolid	a) 2 mlts/planta	50 mlts	2 lts.

### 3.1 Diseño Experimental:

El diseño experimental usado fué el de bloques al azar, con 3 repeticiones y 8 tratamientos, tomándose como testigos relativos al Triadimefon y Pyracarbolid 15 disp.

### 3.2 Unidad Experimental:

La parcela experimental abarcaba un total de 25 plantas para cada tratamiento, de ellas nueve plantas constituyeron la parcela neta y dieciseis de surco borde.

### B.3 Variables investigadas:

B.3.1 porciento de disminución de infección a nivel de pústula.

B.3.2 porciento de disminución de infección a nivel de hoja.

B.3.3 porciento de control de la infección a nivel de pústulas.

B.3.4 porciento de control de la infección a nivel de hoja.

B.3.5 porciento de viabilidad de esporas.

### B.4 Manejo del Experimento:

El grado de infección de los tratamientos, fué determinado antes de la aplicación de los productos (primer conteo), conjuntamente con la recolección de esporas para determinar su viabilidad en el laboratorio.

El 19.7.81 se llevó a cabo la aspersión de los productos, usando bombas de mochila motorizadas, marca "super jolly", luego se realizaron conteos a cada ocho días en un número de cuatro, conjuntamente con recolección de esporas para determinar la viabilidad y observaciones de campo.

Se seleccionaron al azar, tres plantas representativas de la parcela neta, marcandose en cada una de ellas cuatro bandolas en cruz, en donde, se obtenían los siguientes da-

tos: número de pústulas y de hojas infectadas por bandolas y número de pústulas y de hojas controladas por bandola.

La recolección de esporas se hizo en cápsulas de gelatina, y en el laboratorio se homogenizaban, obteniéndose en un medio de cultivo a base de Agar a temperatura ambiente y en una cámara oscura se hacían conteos de esporas germinadas y no germinadas. Con ayuda de un microscopio, obteniéndose un promedio de estos porcentajes por tratamiento.

Debido a que la enfermedad presentaba diversos grados de infección para cada tratamiento, para realizar el análisis estadístico se consideró tomar como un 100% el conteo inicial, y de allí determinar como subía o bajaba la infección.

Para determinar cual es el más eficiente de los tratamientos ensayados, se realizaron comparaciones entre las medias de cada una de las variables que resultaron significativas en los análisis de varianza, utilizando para ello la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% de nivel de significancia.

## VII RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los cuadros resultantes de los análisis estadísticos que fué necesario realizar con los datos obtenidos de los conteos, para hacer una discusión y obtener resultados.

CUADRO No. 4

### EFFECTO DE PRODUCTOS CURATIVOS EN EL PORCIENTO DE DISMINUCION DE INFECCION DE ROYA DEL CAFETO A NIVEL DE HOJAS

No.	Producto	Dosis/1,000 Plantas	Conteo I	Conteo II	Conteo III	Conteo IV
1	Oxycarboxin	1.10 litros	27.34 a	31,786 defgh	46,45 efgh	48.34 a
2	Oxycarboxin	1.40 litros	27.85 a	49.319 cdefg	55.86 edefg	55.97 a
3	Oxycarboxin	1.60 litros	28.02 a	49.836 cdef	68.64 bcdef	69.31 a
4	Propiconazole	0.30 litros	30.8 a	87.906 abc	81.757 bcd	82.63 a
5	Propiconazole	0.45 litros	32.3 a	93.51 ab	94.516 ab	94.53 a
6	Propiconazole	0.60 litros	35.12 a	95.35 a	94.736 a	94.85 a
7	Triadimefon	1.00 kilos	32.08 a	63.23 bcd	78.923 bcde	78.96 a
8	Pyracarbolid	2.00 litros	29.25 a	55.41 cde	82.463 bc	83.51 a

Promedio con las mismas letras indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey (P = 0,05)

Analizando detenidamente los resultados obtenidos en el cuadro No. 4, respecto al por ciento de disminución de infección de Roya del cafeto a nivel de hojas, podemos hacer notar aspectos interesantes y dignos de ser discutidos.

Primeramente obsérvese que en el conteo II el Propiconazole (Tilt), de finitivamente mostró mayor efecto inicial que los demás productos, mientras que el Triadimefon y el Pyracarbolid mostraron ser de un efecto medio similar, y el Oxycarboxin, demostró un efecto inferior en relación a los demás productos. En el conteo III se mantiene la superio-

riedad del Propiconazole respecto al porciento de disminució de infección de Roya del cafeto a nivel de hojas; sin embargo el efecto del Pyracarbolid muestra ser ligeramente superior al Triadimefón; y el Oxycarboxin se mantiene con un control inferior.

Se concluye al observar dicho cuadro, que el Propiconazole (Tilt) mostró ser más efectivo y residual que los demás tratamientos.

CUADRO No. 5  
EFECTO DE PRODUCTOS CURATIVOS EN EL PORCIENTO DE CONTROL DE LA INFECCION DE LA ROYA DEL CAFETO A NIVEL DE HOJAS

No.	Producto	Dosis/1,000 Plantas	Conteo I	Conteo II	Conteo III	Conteo IV
1	Oxycarboxin	1.10 litros	31.596 d	30.18 a	28.743 efg	27.616 def
2	Oxycarboxin	1.40 litros	20.176 efg	21.62 a	23.863 efg	23.803 defg
3	Oxycarboxin	1.60 litros	31.579 def	32.67 a	34.326 cde	41.079 b
4	Propiconazole	0.30 litros	76.559 bc	73.42 a	36.706 cd	36.363 cde
5	Propiconazole	0.45 litros	76.573 b	73.25 a	32.596 cdef	33.399 cde
6	Propiconazole	0.60 litros	95.666 a	91.33 a	71.153 a	57.039 a
7	Triadimefon	1.00 kilos	30.136 defg	32.63 a	41.289 bc	37.394 bec
8	Pyracarbolid	2.00 litros	32.295 d	34.95 a	56.873 b	40.903 bc

Promedios con las mismas letras indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $P = 0.05$ )

Analizando los resultados del cuadro No. 5 respecto al porciento de control de la infección de la Roya del cafeto a

nivel de hoja, podemos hacer notar los siguientes aspectos importantes:

Obsérvese inicialmente que en el conteo I, el producto Propiconazole (Tilt) manifiesta un mayor control, en sus tres diferentes dosis, en tanto que el Triadimefón, Pyracarbolid, y Oxycarboxin (éste último en su dosis más alta) manifestaron tener un efecto medio similar, en el conteo III el producto Propiconazole (Tilt) en su dosis alta mantiene la superioridad respecto al porcentaje de control de la infección de la Roya del cafeto a nivel de hoja; mientras tanto el Pyracarbolid muestra mayor eficiencia que el Triadimefón, por otro lado, las tres dosis del Oxycarboxin y las dosis media y baja del Propiconazole se mostraron en forma similar. En el conteo IV es claro la marcada superioridad de la efectividad del Propiconazole, en su dosis más alta, mientras tanto el Pyracarbolid y el Oxycarboxin en dosis alta mantuvieron control medio; observándose una ligera superioridad del Triadimefón en relación al Oxycarboxin en sus dosis media y baja.

Se concluye al analizar dicho cuadro, que el Propiconazole (Tilt) en su dosis alta, mostró ser más efectivo y por tanto una mayor residualidad.

**CUADRO No. 6**  
**EFFECTO DE PRODUCTOS CURATIVOS EN EL PORCIENTO DE**  
**DISMINUCION DE INFECCION DE ROYA DEL CAFETO**  
**A NIVEL DE PUSTULA**

No.	Producto	Dosis/1,000 Plantas	Conteo I	Conteo II	Conteo III	Conteo IV
1	Oxycarboxin	1.10 litros	19.173 fg	11.733 h	43.459 gh	34.613 gh
2	Oxycarboxin	1.40 litros	21.243 ef	21.193 g	49.289 fg	39.719 efg
3	Oxycarboxin	1.60 litros	28.273 de	37.976 ef	54.289 f	59.083 d
4	Propiconazole	0.30 litros	78.819 b	85.399 b	86.143 bc	87.879 bc
5	Propiconazole	0.45 litros	90.146 a	95.449 a	93.853 a	93.803 a
6	Propiconazole	0.60 litros	90.256 a	94.403 a	93 719 a	89.656 bc
7	Triadimefón	1.00 kilos	18.323 fgh	51.786 de	77.056 de	87.379 bc
8	Pyracarbolid	2.00 litros	47.833 c	62.769 cd	81.266 cd	90.006 b

Promedios con las mismas letras indican que no hay diferencias entre tratamientos, según la prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ).

Al analizar los resultados del cuadro No. 6 referente al porciento de disminución de infección de roya del cafeto a nivel de pústula, podemos discutir lo siguiente:

Inicialmente podemos observar que en el conteo I el Propiconazole en sus tres dosis muestra un efecto primario superior en relación a los demás productos, seguidamente el Pyracarbolid muestra un efecto primario superior en relación a los demás productos, seguidamente el Pyracarbolid muestra un efecto intermedio y el Oxycarboxin en sus tres dosis, muestra ser ligeramente superior al Triadimefón. En el conteo II, el Propiconazole en sus tres dosis mantiene la superioridad respecto al porciento de disminución de infección de roya del cafeto a nivel de pústula; seguidamente el Pyracarbolid muestra mayor eficiencia que el producto Triadimefón, siguiendo el Oxycarboxin con el mismo comportamiento, en el conteo III se observa nuevamente el mayor efecto del Propiconazole en sus tres dosis, el Pyracarbolid presenta una ligera

presenta una ligera superioridad respecto al Triadimefón y el Oxycarboxin en sus tres dosis se mantiene inferior a los otros productos. En el conteo IV es clara la superioridad del Propiconazole en su dosis media y alta, comparándose con el Pyracarbolid en su dosis alta y con el Triadimefón en su dosis baja.

Se concluye al observar dicho cuadro que el Propiconazole, Pyracarbolid y Triadimefón se comportaron en forma semejante en cuanto al porciento de disminución de infección de roya del cafeto a nivel de pústula se refiere.

**CUADRO No. 7**  
**EFFECTO DE PRODUCTOS CURATIVOS EN EL PORCIENTO DE**  
**CONTROL DE LA INFECCION DE ROYA DEL CAFETO**  
**A NIVEL DE PUSTULA**

No.	Producto	Dosis/1,000 Plantas	Conteo I	Conteo II	Conteo III	Conteo IV
1	Oxycarboxin	1.10 litros	19.679 e	30.123 ef	24.243 d	27.593 e
2	Oxycarboxin	1.40 litros	17.543 e	27.563 f	17.906 e	22.689 e
3	Oxycarboxin	1.60 litros	34.713 d	39.653 de	35.069 c	37.179 cd
4	Propiconazole	0.30 litros	84.069 b	75.603 b	27.619 d	32.539 de
5	Propiconazole	0.45 litros	88.573 b	69.806 b	45.599 h	49.334 b
6	Propiconazole	0.60 litros	99.199 a	95.183 a	77.083 a	76.363 a
7	Triadimefón	1.00 kilos	53.049 c	60.526 c	46.969 b	53.483 b
8	Pyracarbolid	2.00 litros	18.826 e	17.116 g	15.176 e	22.999 e

Promedio con las mismas letras indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey ( $P = 0,05$ )

Analizando los resultados del cuadro No. 7 referente al porciento de control de la infección a nivel de pústula podemos denotar lo siguiente:

Obsérvese primeramente que en el conteo I, el Propiconazole (Tilt), en sus tres dosis, manifiesta un mayor con-

trol en relación a los otros productos; aquí el Triadimefón supera considerablemente en efectividad al Pyracarbolid y Oxycarboxin, los cuales tienen un control inicial inferior. En el conteo II el Propiconazole en sus tres dosis, mantiene la superioridad, notándose el mismo comportamiento para el Triadimefón, Oxycarboxin y Pyracarbolid. En el conteo III, el Propiconazole (Tilt) en su dosis alta demuestra mayor efectividad, mientras que el mismo producto en su dosis media junto con el Triadimefón, mantiene un control medio, siguiendo, en su orden el Oxycarboxin en sus tres dosis junto con el Pyracarbolid con un control inferior. En el conteo IV se ve claramente la superioridad del Propiconazole (Tilt) en su dosis alta, quedando definida su efectividad; en tanto el triadimefón supera ligeramente al Propiconazole en su dosis media, mientras que el Oxycarboxin en sus tres dosis, a la par del Pyracarbolid y el Propiconazole en su dosis baja, mantiene un control inferior.

Se concluye al observar dicho cuadro, que el Propiconazole (Tilt) en su dosis alta, mostró un control más efectivo y por tanto una mayor residualidad.

**CUADRO No. 8**  
**EFFECTOS DE PRODUCTOS CURATIVOS EN EL PORCIENTO DE VIABILIDAD DE UREDOSPORAS DE ROYA DEL CAFETO**

No.	Producto	Dosis/1,000 Plantas	Conteo I	Conteo II	Conteo III	Conteo IV
1	Oxycarboxin	1.10 litros	11.55 a	12.94 gh	13.96 f	18.58 h
2	Oxycarboxin	1.40 litros	19.44 a	18.41 fg	21.54 e	28.24 ef
3	Oxycarboxin	1.60 litros	27.38 a	26.88 ef	18.39 ef	3.53 g
4	Propiconazole	0.30 litros	30.33 a	71.24 a	39.75 d	37.32 cd
5	Propiconazole	0.45 litros	34.72 a	72.27 a	47.72 c	41.64 cd
6	Propiconazole	0.60 litros	36.66 a	74.60 a	65.47 b	61.91 ab
7	Triadimefón	1.00 kilos	25.13 a	64.13 c	67.86 b	63.53 a
8	Pyracarbolid	2.00 litros	28.53 a	59.35 cd	74.12 a	43.49 c

Promedios con las mismas letras indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey (P=0.05).

Al analizar en una forma detenida el cuadro No. 8 respecto al por ciento de viabilidad de uredosporas de Roya del cafeto, podemos notar y discutir aspectos importantes como sigue:

Primeramente podemos observar que en el conteo II el Propiconazole (Tilt) en sus tres dosis, muestra mayor efecto inicial que los demás productos, mientras que el Triadimefón supera ligeramente el Pyracarbolid en un control intermedio, siendo el Oxycarboxin en sus tres dosis el que manifiesta un control inferior. En el conteo III el Propiconazole en su dosis alta, a la par del Triadimefón y Pyracarbolid presentan ser los mejores tratamientos, observándose en las dosis media y baja del Propiconazole un control intermedio y el Oxycarboxin se comporta de igual manera con un control inferior. En el conteo IV el Propiconazole en su dosis alta y el Triadimefón muestran superioridad en relación a los demás productos y dosis; el Pyracarbolid y el Propiconazole en su dosis media y baja, muestran un control intermedio, quedando definitivamente el Oxycarboxin en sus tres dosis con un control inferior.

Se concluye al observar dicho cuadro, que el Propiconazole (Tilt) en su dosis alta y el Triadimefón, mostraron ser los más efectivos.

Al tener analizado los cuadros anteriores, nos damos cuenta que los mayores promedios ( $\bar{Y}$ ) de por ciento de disminución y control de infección, los posee el producto Propiconazole en su dosis media y alta, los cuales se observan a partir del primer conteo hasta el último; mientras que los tratamientos a base de Oxycarboxin en sus tres dosis, demostraron casi siempre poseer las medias ( $\bar{Y}$ ) más bajas en todas las variables, excepto en el conteo último, referente a por ciento de control de infección en el que fueron intermedios.

Los tratamientos de Triadimefón, Pyracarbolid, y Propiconazole en dosis bajas, se comportaron en forma semejante,

demostrando un control de bajo a medio durante la duración del ensayo. Según las observaciones de campo, y la Prueba de Tukey al 5%, el Propiconazole demostró un control efectivo, ya que las pústulas en el campo, poseen esporas blanquesinas y otras están completamente sin nada.

Observaciones de campo también, nos indicaron un alto grado de defoliación en los tratamientos con Oxycarboxin en las dosis media y alta, de la misma manera se comportó el Pyracarbolid.

## VIII CONCLUSIONES

En las condiciones en que fué hecho éste trabajo, se concluye lo siguiente:

1) De todos los fungicidas evaluados, el Propiconazole en las dosis altas (0.45 y 0.60 litros/1,000 cafetos), demostró el más alto control de una manera rápida.

2) Todas las dosis en estudio del Propiconazole, fueron significativamente superiores en eficacia al Oxycarboxin y al testigo relativo.

3) El Triadimefón y el Pyracarbolid mostraron un efecto medio y su residualidad osciló entre los 15-20 días después de la aplicación.

4) El Oxycarboxin en sus tres dosis mostró un bajo control. Este resultado observado en Oxycarboxin es similar al obtenido por los investigadores de la Universidad de Viosa y los extensionistas del Instituto Brasileño del Café (8).

5) La residualidad del Propiconazole es aproximadamente de 30 días, lo cual nos define el intervalo de aplicación.

## RECOMENDACIONES:

Dada la importancia que reviste el café en Guatemala y siendo la Roya del cafeto una gran limitante para su producción, se hace necesario realizar investigaciones continuas para encontrar otros productos y técnicas adecuadas para el control de la Roya del cafeto, en forma tal que resulte económica al productor.

Por otra parte, tomando en cuenta que las diferentes dosis del Propiconazole evaluadas, mostraron mayor efectividad que los otros productos se sugiere continuar con las investigaciones al respecto tomando como base las dosis estudiadas, especialmente del Propiconazole (Tilt) ya que es un producto promisorio para el combate de ésta enfermedad.

Es importante además evaluar combinaciones de los productos estudiados, en mezclas con productos cúpricos, para poder determinar la posibilidad de un sinergismo, de una mayor eficacia en el combate de la Roya del Cafeto o del uso de menores dosis de los productos y por ende reducir los costos de aplicación.

Es de hacer notar que dicho producto Propiconazole está en vías de experimentación, por lo que es conveniente - realizar estudios más exhaustivos, incluso determinando la residualidad del mismo en el grano del café.

Es necesario además conocer el comportamiento del hongo, a través del año, o sea la curva epifitiológica de tal manera de saber el momento oportuno de hacer las aplicaciones, en las cuales se elimine gran cantidad de inóculo.

## X RESUMEN

El presente trabajo fué realizado en terrenos de la finca San Carlos Morales, de San Martín Zapotitlán, Retalhuleu, un área con un alto grado de infección de Roya del cafeto (Hemileia vastatrix, Berck & Br.), distribuída uniformemente en la mitad de la finca, durante el período de julio a septiembre de 1981.

En el desarrollo de la evaluación se pretendía comparar la eficacia a diferentes dosis y con recuentos espaciados cada ocho días, a partir de la aplicación de los dos nuevos productos (Oxycarboxín y Propiconazole) en relación con el testigo relativo (Triadimefón y Pyracarbolid 15 disp.)

Para efectos de la realización del ensayo y comparar los productos, se utilizó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones, tomando como testigos relativos a los productos Triadimefón y Pyracarbolid.

La unidad experimental abarcaba un total de veinte y cinco plantas, de coffea arábica, variedad caturra y Bourbón, con edades de 2,4 y 12 años de ellas, nueve constituyeron la parcela neta y dieciseis el surco borde; de la parcela neta se escogieron tres plantas representativas de las nueve, marcándose en cada una de ellas cuatro bándolas en donde se obtenían los datos de: número de pústulas y de hojas infectadas por bandolas y número de pústulas y de hojas controladas por bandola.

Se realizaron cinco conteos, para determinar los variables es estudio, un recuento pre-aplicación y cuatro después de la aplicación. Todos los recuentos se hicieron durante la mañana y las muestras para viabilidad de esporas fueron llevadas al laboratorio.

De los recuentos, los resultados fueron evaluados estadísticamente, utilizando el análisis de varianza, partiendo de la base del conteo inicial, tomándolo como 100% y de allí determinar como subía o bajaba la infección, en virtud

de que la enfermedad presentaba diversos grados de infección, para cada tratamiento.

Para determinar cual es el más eficiente de los tratamientos ensayados, se realizaron comparaciones entre las medias de cada una de las variables que resultaron significativas en los análisis de varianza, utilizándose para ello la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% de nivel de significancia.

Los resultados indican que el Propiconazole (Tilt) en dosis de 0.45 y 0.60 litros/1,000 cafetos, demostró superioridad en cuanto al combate de la Roya del cafeto, en relación de Oxycarboxin, Triadimefón y Pyracarbolid y que su residualidad es mucho mayor.

Los tratamientos de Propiconazole, Triadimefón y Pyracarbolid en dosis de 0.3 litros, 1 kg. y 2 litros por mil plantas respectivamente, se comportan de manera semejante, de mostrando un control de bajo a medio durante la duración del ensayo.

XI BIBLIOGRAFIA

- 1) BAYER DE GUATEMALA. Bayletón; Información Técnica. Guatemala, 1981. 14 p.
- 2) BECKER, S. La propagación de la roya del cafeto. Eschborn, Alemania, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), 1979. pp. 5-8.
- 3) BETHANY, UNIROYAL INTERNATIONAL, DIVISION OF UNIROYAL, INC. AMITY ROAD, Plantvax. s.n.t. 4 p.
- 4) CIBA-GEIGY. Tilt; new broadspectrum fungicida, product profile. Basilea, Suiza, 1981. 23 p.
- 5) COMISION MEXICO-GUATEMALA PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO. Metodología para el rastreo de la roya del cafeto Guatemala, 1981. 10 p.
- 6) \_\_\_\_\_ .Recomendaciones Técnicas. Guatemala, 1981. s.p.
- 7) \_\_\_\_\_ .Memoria anual de labores, 1981. Guatemala, 1982. 40 p.
- 8) CHAVEZ, G.M. et al. Ferrugen de cafeeiro (Hemileia vastatrix Berck & Br.); resultados preliminares de ensaios sobre avilacao de fungicidas en Minas Gerais e recomendacoes para o controle químico de enfermidade. Vicosa, Minas Gerais, Brasil, Seiva, 1971 pp 120-137.
- 9) GUATEMALA, ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE (ANACAFE). Memoria de labores realizadas durante el año 1977-78, Guatemala, 1978. pp. 17-18

- 10) GUATEMALA, INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEREOLOGIA, E HIDROLOGIA (INSIVUMEH). Guatemala, datos climatológicos, 1981. s.p.
- 11) HERRERA, G. Situación actual de la caficultura en Guatemala; manejo integral de fincas cafetalera. Guatemala, ANACAFE-Ministerio de agricultura. 1978. 73 p. (mimeo)
- 12) HOECHST DE GUATEMALA. Sicarol; instrucciones de empleo y datos técnicos. Guatemala, 1981. 8 p.
- 13) HOLDRIDGE, L.R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura/SCIDA, 1950. p. 249.
- 14) MEISTER PUBLISHING. Farm. Chemicalas Handbook; pesticide dictionary buyer's guide plant food dictionary, fertilizaer trade names, Willoughby, Ohio, USA., Director, 1981 pp 37,52,57,268,302.
- 15) MUTHAPPA, B.N. Report of the trials done with plantvax 20 EC, for control of coffee leaf rust (Hemileia vastatrix Berck & Br.). Karnataka, India, Central coffee research, Institute, coffee research station, 1980 pp 53-56.
- 16) NICARAGUA, INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA) LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA. La roya del cafeto y su combate en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, (GTZ) 1977. p 7
- 17) RAYNER, R.W. Micología, historia, y biología de la roya del cafeto. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación, Miscelánea No. 94. 1972. 68 p.

- 18) SCHIEBER, E. Impacto económico de la roya del cafeto en América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelanea No. 106. 1973. 28 p.
- 19) SIMMONS. CH., TARANO, J.M. Y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado. Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959 1000 p.
- 20) SIMPOSIO SOBRE LA ROYA DEL CAFE (Hemileia vastatrix Berck & Br.), Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación miscelánea No. 126. 1975. 64 p.

Vo. Bo.

Lic. Olga Ramírez  
Documentalista.

XII ANEXO

BOLETA PARA TOMA DE DATOS Y

RECIENTOS DE LABORATORIO.







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

"IMPRIMASE"

  
DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis