



87
2.9.85

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

TRABAJO MONOGRAFICO

METODOS DE CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO

(HEMILEIA vastatrix)

Para obtener el Título de:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

Presenta

LUIS FELIPE RICO LOPEZ

México, D. F.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I . - I N T R O D U C C I O N

La Roya ó "herrumbe" es, sin duda, la enfermedad más seria del cafeto, no sólo es de muchísima importancia para el cafeticultor, sino también la más conocida y de más mala reputación de todas las enfermedades de las plantas -- tropicales.

Este hongo produce pérdidas económicas enormes. La Roya del cafeto se atribuyó su cultivo a suelos no apropiados, a fertilización incorrecta ó a métodos de cultivo inadecuados; aunque es cierto que existen muchos casos en que un ambiente adverso facilita el ataque de un hongo, hay también muchos en los cuales los factores ambientales son óptimos para el cultivo de una planta útil, pero que al mismo tiempo son especialmente favorables para el desarrollo de los organismos causantes de enfermedades y esto es definitivamente cierto para el caso de "Coffea arabica" y su roya.

Los efectos tan graves de ésta enfermedad, pueden apreciarse rápidamente cuando tomamos en cuenta que antes de aparecer en Ceilán (1869), éste país era uno de los principales países cafeticultores del mundo y que actualmente es difícil encontrar cafetos creciendo ahí.

C O N T E N I D O :

I.- INTRODUCCION

II.- GENERALIDADES DEL CAFE

- 1).- Historia
- 2).- Importancia económica
- 3).- Taxonomía
- 4).- Clima y Suelos
- 5).- Distribución
- 6).- Enfermedades en general

III.-LA ROYA DEL CAFE

- 1).- Sintomatología
- 2).- Características generales de Hemileia vastatrix

IV.- METODOS DE CONTROL

- 1).- Introducción de variedades resistentes de café
- 2).- Tratamiento químico
- 3).- Importancia de la época y frecuencia de aplicación
- 4).- Control biológico
- 5).- Manejo complementario

V.- IMPORTANCIA

VI.- RESUMEN

VII.-BIBLIOGRAFIA

La enfermedad ha recibido varios nombres, tales como: enfermedad de la hoja del cafeto, roya de la hoja del cafe to, roya anaranjada del cafeto, roya oriental del cafeto, roya común del cafeto, mancha rojiza, etc.

La Roya del cafeto que fué reportada en Ceilán (1868) y acabó con las plantaciones, pasó después de éste a otros países asiáticos y posteriormente se detectó en Africa; de ahí llegó a Brasil (1970) y en Noviembre de 1976, se encon tró en Nicaragua y el Salvador, llegó a Guatemala en 1980 y su diseminación hacia México solo tardo un año y recientemente en 1983, la enfermedad fué detectada en Colombia y Costa Rica (1),(2).

La Roya en nuestro país, se encuentra dispersa en los estados de Chiapas, Tabasco y Oaxaca; lo cual es alarmante ya que el cultivo de café, constituye una fuente de ingresos muy importante para nuestro país.

La situación de la Roya del Cafeto en México
(al 30 de Junio de 1984)

ESTADO	No.de focos detectados	No. de Munic.	AFECTADOS DE ROYA	
			No. de Comuni dades	No. de Hecta Produc reas tores Prom. c/Roya
CHIAPAS	23,278	52	1,147	24,120 89831
TABASCO	494	2	19	494 948
OAXACA	2,042	24	100	1,675 4624
VERACRUZ	1,173	9	38	561 1113
T O T A L	26,987	87	1,304	26,850 96511

FUENTE : INMECAFE

La inquietud ante el peligro de la diseminación de esta seria enfermedad, ha dado origen a que se realicen numerosas reuniones y publicaciones de una extensa literatura sobre la biología del hongo causal, de los factores que influyen en su desarrollo, así como de la sintomatología, las que han sido recopiladas y publicadas con el fin de orientar a técnicos y productores; en tanto que no existe una recopilación de investigaciones sobre el control de esta enfermedad, siendo éste el objetivo del presente trabajo.

II.- GENERALIDADES DEL CAFE

II.1.- HISTORIA

Los datos de la introducción del cafeto en México, son contradictorios, sin embargo, todos los investigadores -- están de acuerdo en que los primeros arbustos se importaron de Cuba.

Es fama que la región de Córdoba Veracruz, fué el primer lugar de la República donde se cultivó el cafeto y tal vez de ahí haya salido el primer café que se exportó en los años 1802, 1803 y 1805; vendiéndose 273,493 y 336 quintales respectivamente.

II.2.- IMPORTANCIA ECONOMICA

Durante los últimos años, la actividad cafeticultora en nuestro país, se ha incrementado considerablemente.

La producción se ha elevado de 220,191 toneladas de 1979, a 230,725 toneladas a 1982. (4),(5),(6),(7),(8),(10)

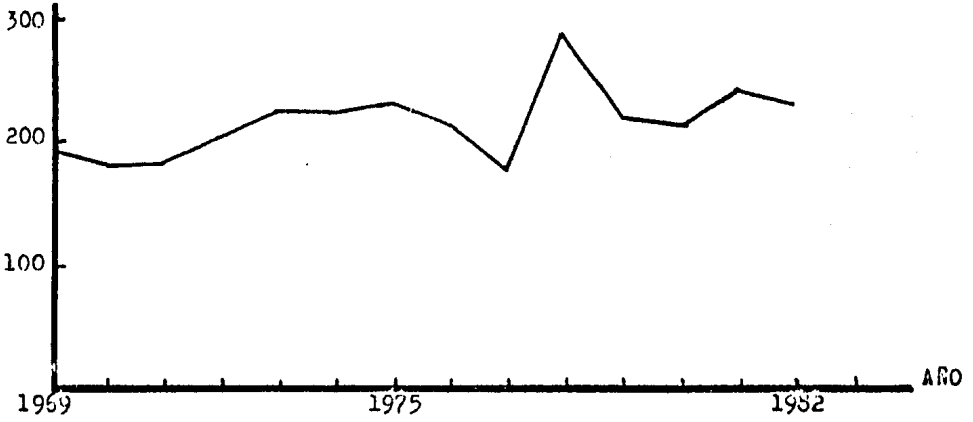
El valor actual de producción cafetalera es aproximadamente de 13,901,181 millones de pesos. (9), (10).

Las exportaciones fueron de 119,000 toneladas en el año de 1981 y de 129,387 toneladas en 1982, aportando -- 8,314,975 miles de pesos. (4),(5),(6),(7),(8),(10),(14), (15).

Para consumo interno se utilizan 101,477 toneladas, estos datos se registran en las siguientes graficas.(10).

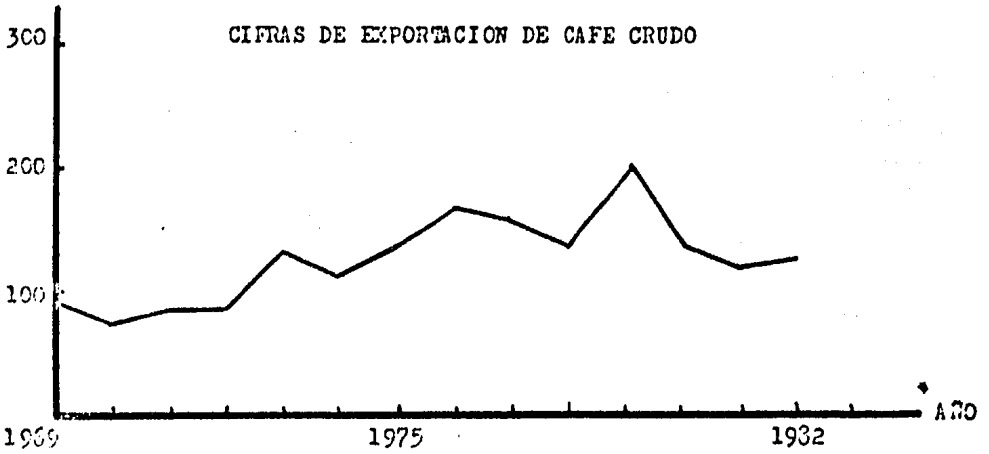
MILES DE
TONS.

CIFRAS DE PRODUCCION DE CAFE



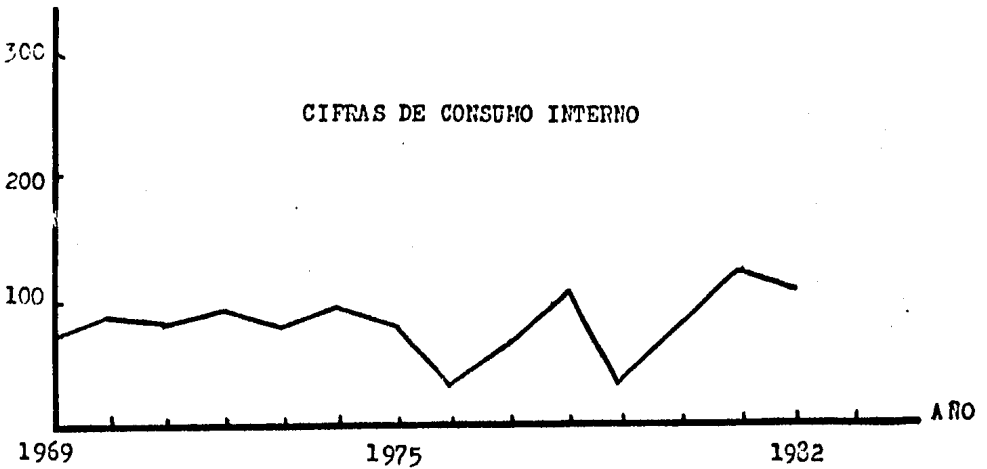
MILES DE
TONS.

CIFRAS DE EXPORTACION DE CAFE CRUDO



MILES DE
TONS.

CIFRAS DE CONSUMO INTERNO



II.3 .- TAXONOMIA

Reino	- Vegetal
División	- Espormatofitas
Sub-división	- Angiospermas
Clase	- Dicotiledonas
Sub-clase	- Gamopetalas inferovariadas
Orden	- Rubiales
Familia	- Rubiáceas
Tribu	- Cofeales
Género	- Coffea
Sub-género	- Eucofea
Especie	- arábica, libérica, dewevrei, canephora, etc.

II.4.- CLIMA Y SUELOS

La zona cafetalera mexicana, está situada aproximadamente entre los 14 50' y 22 de latitud norte y en alturas comprendidas entre los 200 y 1,600 mts. sobre el nivel del mar (16).

Un cafeto para su desarrollo normal requiere:

a).- Un medio en el que no existan grandes variaciones entre las temperaturas diurnas y nocturnas registradas a través del año, considerándose como temperatura óptima la comprendida entre los 18°C y los 24°C.

b).- Una precipitación pluvial normalmente distribuída en la mayor parte de los meses del año, de 1500 mm. en adelante.

c).- Humedad relativa de 70 - 90 % en época de lluvias y de 40 - 50 % en época de sequía.

d).- Ausencia de vientos, cuya duración y velocidad pueden causar trastornos en la plantación, tales como defoliación, marchitamiento prematuro de la flor, caída de fruto, etc.

e).- Presencia de nubosidad en la mayor parte del año, como factor que en algunos casos puede facilitar una disminución en la intensidad del sombrero empleado, lo que se refleja en un aumento de la producción y una relativa reducción en los costos del cultivo.

DATOS DEL CLIMA EXISTENTE EN LAS AREAS CAFETA
LERAS MAS IMPORTANTES DEL PAIS.

	VERACRUZ	CHIAPAS	OAXACA
TEMPERATURA PROMEDIO	20 °C	20 - 25 °C	25 °C
HUMEDAD RELATIVA	70 - 80 %	70 - 80 %	60-70 %
INSOLACION	50 - 60 %	40 - 50 %	60-70 %
PRECIPITACION PLUVIAL	2000-2500mm	3000 mm	1000-1500mm

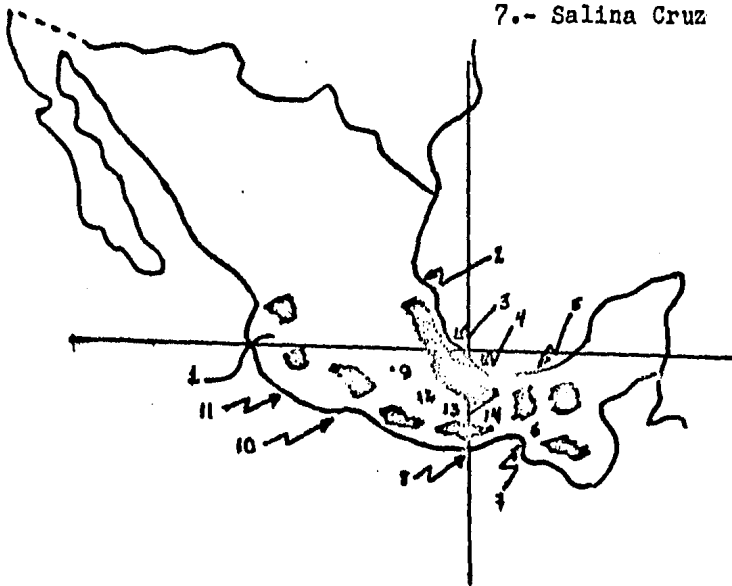
Los suelos en que se cultiva café, difieren considerablemente, en cuanto a estructura física y grado de fertilidad. La mayoría son de origen volcánico y con un contenido variable de arcilla. Algunos son suelos lateríticos, con contenido variable de arena.

Los suelos de las zonas cafetaleras del país, provienen de diferentes rocas volcánicas, las cuales experimentaron transformaciones por la acción del intemperismo, dando origen a los suelos actualmente conocidos. (16).

II.5.- D I S T R I B U C I O N .

Las áreas cafetaleras están situadas en trece estados del sur, pero están concentrados principalmente en Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Puebla, que en conjunto aportan el 90 % de la producción total. (16), (17).

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1.- Sur de Nayarit | 8.- |
| 2.- Tampico | 9.- México |
| 3.- Jalapa | 10.- Uruapan |
| 4.- Veracruz | 11.- Comola |
| 5.- Coatzacoalcos | 12.- Coatepec |
| 6.- Oaxaca | 13.- Córdoba |
| 7.- Salina Cruz | 14.- Teotitlán |



II.6.- ENFERMEDADES EN GENERAL

Para mencionar las enfermedades del cafeto, se seguirá una ordenación, según el órgano atacado, empezando por la raíz y terminando por los frutos. (16),(18),(19),(26).

DAÑOS EN LAS RAICES

- 1).- Podredumbre del cuello del cafeto (Formes ugnosus)
- 2).- Mal pardo de la raíz (Formes noxius).
- 3).- Podredumbre de la raíz (Rosellina necatrix).

DAÑOS EN EL TRONCO

- 1).- Enfermedad rosa (Corticium salmonicolor).
- 2).- Piña parda (Diplodia theobromae).
- 3).- Fusariosis producida por Nectria coffeigena (Fusarium coffeicola).
- 4).- Lepra del cafeto (Cephaemia urescens).

DAÑOS EN LAS RAMAS

- 1).- Antracnosis Colletotrichum (Gloesporium coffeanum).
- 2).- Los caballeros (diversas especies de Loranthus).

ENFERMEDADES EN LAS HOJAS

- 1).- La Roya, añublo, herrumbe o Hemileia vastatrix.
- 2).- Antracnosis (Colletotrichum sp.).
- 3).- La telilla de las hojas (Corticium koleroga).
(Mal de hilachas).
- 4).- Mancha de hierro ó Cercosporiasis (Cercospora coffeicola).
- 5).- Fumagina (Apiosporium sp.).
- 6).- Mancha de hierro (Stilbum floridum).

DAÑOS DE FLORES Y FRUTOS

- 1).- La enfermedad rosa (diversos hongos).
- 2).- La cereza negra (Colletotrichum coffeanum).
- 3).- Alteración causada por Trachysphaera fructigena.

III.- LA ROYA DEL CAFE

III.1.- S I N T O M A T O L O G I A

La Roya del cafeto es causada por Hemileia Vastatrix Berk y Dr., un hongo que pertenece a la familia de las -- pucciniáceas de las uredinales.(19),(20),(22),(23),(24),(25),(27),(29),(31).

El hongo produce manchitas redondeadas, amarillo naranja y polvorientas en el envés de las hojas. (20),(22),(23),(24),(25),(29),(31).

Al comienzo, el área afectada se observa como una -- mancha de un diámetro de unos tres milímetros y es más o menos circular, aumentando gradualmente de tamaño 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.

En los estados muy tempranos de infección, se nota só lo una mancha pálida amarillenta, en el envés de la hoja. (20),(22),(23),(24),(25),(29),(31).

Esta mancha es translúcida y si se examina contra la luz, parece deberse a aceite. Uno ó dos días después de su primera aparición, la mancha toma un tinte anaranjado y la

superficie se vuelve polvorienta y comienza la formación de esporas, luego se hace visible gradualmente en el haz foliar como un área más amarillenta y más pálida que en el envés pero como no se producen esporas, su superficie no se vuelve polvorienta, cuando las áreas de la hoja atacada por el hongo se hacen viejas, su centro muere, se vuelve marrón oscuro y se seca.

En estas áreas, la formación de esporas cesa y frecuentemente las que están presentes se vuelven blancuzcas o grisáceas y pueden en gran parte desaparecer. (20), (22), (23), (24), (25), (29), (31).

En tales áreas, las fructificaciones de otros hongos que estaban presentes en la hoja como infecciones latentes, pueden aparecer como manchas negras o pueden empezar a desarrollarse hongos saprofiticos ó hiperparásitos.

La pérdida de color típico de las esporas, pueden acelerarse por la presencia de un hongo blancuzco, parasítico "Verticillium hemileiae Bour".

La apariencia exacta de una lesión, puede variar de acuerdo a la variedad del cafeto y según su susceptibilidad. (20), (22), (23), (26), (31).

Aún quedando unas pocas lesiones, la vida de la hoja a menudo se reduce mucho y puede caerse a edad prematura.

Los árboles, después de sufrir el primer ataque de Roya, el que generalmente es fuerte, parece recuperarse completamente y producen hojas sanas. Sin embargo, unos pocos meses más tarde, los árboles vuelven a ser atacados y el proceso se repite hasta producir un estado seriamente afectado y su capacidad de producir nuevos crecimientos después de un ataque, se reduce más y más cada vez. Los árboles se tornan más delgados, adquiriendo un aspecto enfermo y se reduce seriamente su capacidad de producir madera nueva. Tales árboles quedan exhaustos y aún cuando producen flores, hay una falla parcial ó total de la producción de grano.

III.2.- CARACTERISTICAS GENERALES MORFOLOGICAS
Y FISIOLÓGICAS DE HEMILEIA vastatrix.

La siguiente descripción se basa en varias fuentes, pero principalmente en Ward (1882), Delacroix (1911) y Roger (1951).

DESCRIPCION TAXONOMICA DE LA ROYA

CLASEBasidiomycetidae
SUBCLASE.Teliomycetidae
ORDENUredinales
FAMILIAPuccinaceae
GENERO.Hemileia
ESPECIEvastatrix

Las últimas aportaciones filogenéticas consideran a los hongos como un reino viviente diferente y bien delimitado. De acuerdo a eso la posición taxonómica de las Royas es la siguiente; (21)

REINO fungi
DIVISION. Eumycota
SUB-DIVISION. Basidiomicotina
CLASE Teliomycetes
ORDEN Uredinales
FAMILIA Pucciniaceae
GENERO. Hemileia
ESPECIE vastatrix

Desde la descripción de éste hongo, ha habido pocas adiciones importantes, H. vastatrix es un parasito obligado de *Coffea* spp., no ataca a otros generos de rubiaceas. El micelio se desarrolla dentro del mesófilo de la hoja y consiste de hifas hialinas en abundancia. Las hifas son de diametro muy uniforme (5 - 6 micras).

Las hifas crecen entre las células del mesofilo y penetran en ellas mediante ramificaciones cortas.

Estas expansiones constituyen los haustorios y se presume que sirven como organos que absorben los alimentos.

Generalmente pueden existir uno, dos ó más de estos haustorios en cada célula hospedante. El micelio es más abundante en el parénquima esponjoso de la hoja y en las especies y variedades más resistentes de café, queda confinado a esta parte del mesofilo. En las variedades más susceptibles el micelio tiende a invadir el parénquima 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 torna más y más marrón. 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 después por aire. (Delcroix 1911).

Las hifas forman masas entretrejidas de micelio de apariencia coralina, en las cavidades subestomáticas. Las ramificaciones que formarán las uredósporas están llenas de un citoplasma grisáceo de granulación fina; al llegar al exterior de la hoja 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.

Cada espora, al comienzo, representa un saco sencillo liso y de pared delgada, relleno de un citoplasma finamente granulado; luego la pared se coagula, se forman papilas en la cara de la pared orientada hacia afuera del grupo de esporas, formado en cada fascículo de filamentos; luego aparece una coloración anaranjada.

Cuando el fascículo se hace más viejo, los filamentos se adhieren fuertemente entre sí, formando una especie de pseudoparenquima (plecténquima).

La formación del plecténquima puede extenderse hasta las hifas internas ó 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 pseudoparáfisis. Toda la masa pseudoparenquimatosa 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.

A los filamentos individuales de un soro se les ha llamado "hifas esporógenas". Consisten de dos ó tres células.

Estas células contienen dos núcleos haploides (Thirumalacher 1947). Pero se ha demostrado que eso sólo es así en las primeras fases de la infección; luego esos núcleos se fusionan y queda un solo núcleo diploide por célula. Esto ocurre probablemente algún tiempo antes de la formación de uredósporas.

Estas uredósporas son las estructuras reproductivas del hongo que tienen mucha importancia desde el punto de vista epidemiológico de la enfermedad, ya que la Roya está capacitada para persistir año tras año en el estado de uredóspora.

La identificación de estas esporas nos sirve de base para el diagnóstico o identificación de la enfermedad de que el patógeno invasor es Hemileia vastatrix (Rayner - 1972).

Las uredósporas generalmente son angostas y triangular-redondas en un corte transversal. La pared más corta (que generalmente queda orientada hacia afuera del grupo), es convexa a través del ancho de la espora y también, en menor grado, a lo largo. Las dos paredes laterales, que normalmente están en contacto con aquellas de otras esporas del grupo son casi planas, con excepción del apice y base de la espora, que son redondeadas. La forma es muy similar a la nuez del Brasil ó a un gajo de naranja, pero más redondeada. (Figura 1).

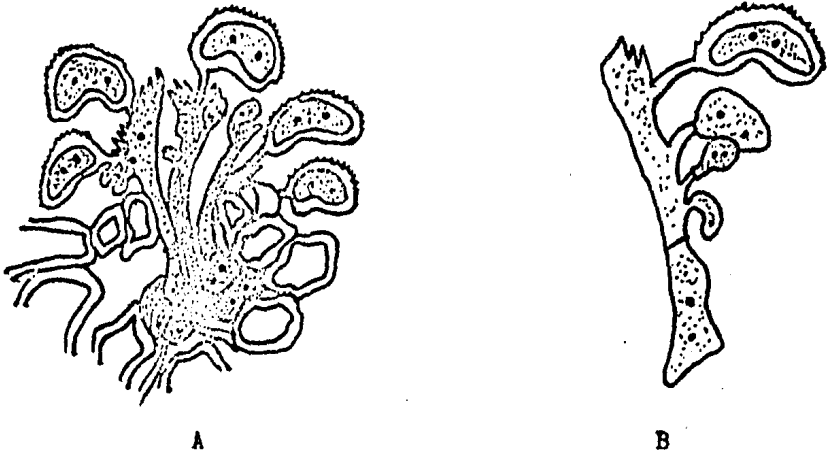


FIGURA No.1.- A).- Uredio, B).- Esporóforo y uredosporas.

La parte más redondeada de la espora está densamente ornamentada con espinas pequeñas y erectas de 3 a 4 micras de largo. Las espinas son excrecencias de la gruesa capa - exospórica. La naturaleza media ornamentada, media lisa de la espora es el detalle característico que condujo el nombre del género, hemi-medio y leios-liso. (figura no. 2).

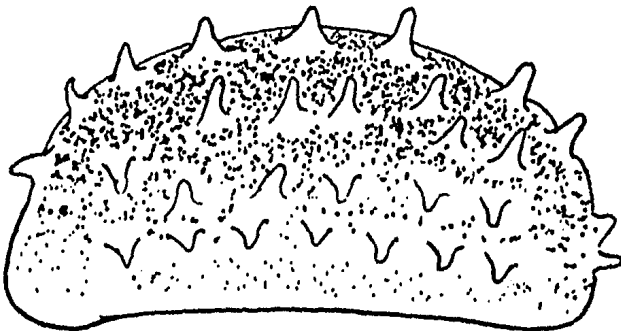


FIGURA No.2.- Uredospora de H. vastatrix.

El contenido de las esporas es granular y generalmente anaranjado; a veces contiene gotitas aceitosas, pero otras veces el contenido es gris lechoso. Las dimensiones de las esporas son de 25 a 35 micras de largo, por 12 a 28 micras de ancho, con pequeñas diferencias entre las muestras.

Se producen esporas nuevas debajo de las ya formadas cuando no son perturbadas, formandose columnas irregulares de un ancho de varias esporas. Estas columnas están en contacto con otras de modo que se forma un retículo irregular de filamentos de esporas o para dar lugar a una costra esponjosa en la superficie de la lesión. Esta costra es muy inestable y una ligera agitación mecánica, tal como un toque suave de la hoja, haría que la estructura completa se desintegre en agregados de esporas de varios tamaños, que se desprenden de la hoja como una nube polvorienta. El número de uredósporas producidas es muy elevado.

La germinación puede tener lugar en agua pura. En el envés de una hoja mojada, la germinación puede comenzar - tan sólo en una hora. A veces, si una espóra germina cerca de un estoma, la hifa puede crecer en el interior del estoma sin que se forme un apresorio. (figura no.3).

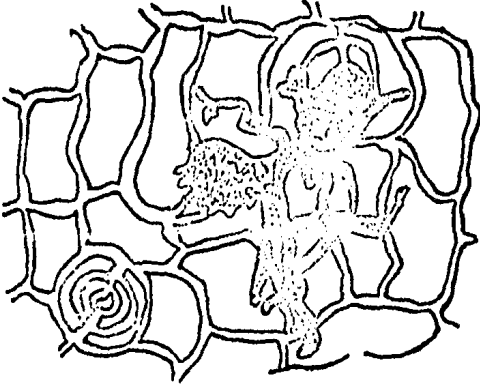


FIGURA No. 3.- Uredospora germinando en el envés de una hoja de café, formando un apresorio sobre un estoma.

Las hifas son al principio muy delicadas, llenas de citoplasma finamente granulado y un poco acortadas. Pronto se forman vacuólos con una estructura más toscamente granulada; envían manojitos de ramificaciones cortos y gruesos hacia las células que limitan los espacios intercelulares; de uno a otro lugar, salen hifas más rectas, de crecimiento más rápido, hacia diferentes direcciones. La ramificación es con frecuencia extremadamente regular. La fructificación comienza en el área donde comenzó la infección y la lesión se extiende centrífugamente desde este punto, formando nuevos y recientes soros en el margen.

A veces, hacia el final de la vida de un soro, y en consecuencia cerca del centro de una lesión vieja, se producen esporas de un segundo tipo, las teleutósporas ó teliosporas. Estas son al principio similares a uredósporas jóvenes, pero se quedan más pequeñas y lisas y toman una forma casi globosa. Este tipo de esporas tienen una forma bastante irregular cuando están completamente desarrolladas, pero generalmente tienden a ser esféricas, achatadas, en forma de nabo y tienen paredes gruesas. La parte central del extremo opuesto de una teleutóspora es un poco aplanado, de él sobresale frecuentemente una protuberancia redondeada. El contenido es granular y de un fuerte color anaranjado-rojizo.

La teleutóspora está unida al soro mediante un pedículo corto; no hay poro germinal.

Las teleutósporas se producen solamente en raras ocasiones y no se conocen las circunstancias que dan origen a su formación. Se pueden producir cuando hay un ataque fuerte de enfermedad y aparecen en fructificaciones añejas de uredósporas, los meses en que abundan éstas últimas, determinan entonces cuando será más probable encontrar teleutósporas.

El papel de éstas teleutósporas es desconocido. Las teleutósporas producen basidiosporas y éstas últimas pueden infectar de nuevo al hospedante.

Más, frecuentemente no es la misma especie de hospedante la que es infectada, sino una que no tiene parentesco y pertenece a otra familia o aún a otra clase. En éste hospedante sobre el cual fueron producidas, sino sólo a - áquel en que se producen teleutósporas y uredósporas.

En algunas Royas el estado de ecidios produce otro tipo de esporas, la picnóspora. Así, un máximo de cinco tipos de esporas y dos distintas clases de hospedantes pueden estar incluidos en el ciclo de vida.

En muchas especies de Royas, puede ser que no se produzca ninguna de las distintas formas de esporas y la alteración de hospedantes puede o no tener lugar. Por lo tanto es posible que las basidiósporas (o aún las teleutósporas) de Hemileia vastatrix pueden estar capacitados para reinfectar cafetos, aunque es más probable que sólo infecten algunas especies de hospedantes de otro parentesco. Es muy poco probable que sólo otro miembro de la misma familia -- (rubiácea), se vea infectado.

CICLO DE VIDA DE HEMILEIA vastatrix Berk & Br.

Este ciclo carece de los estadios de PICNIO Y AECIO.

Podemos iniciarlo con la germinación "IN SITU" de las teliosporas. El promicelio es triseptado y produce 4 basidiosporas sobre esterigmas. Estas basidiosporas pueden ser

uni, bi ó multinucleadas pero la forma más comun es la de dicarióticas. Las basidiosporas comienzan a germinar pero posteriormente mueren.



El hongo puede subsistir en el estadio de uredos. Se desconoce el papel de las basidiosporas, las cuales germinan y mueren.

H. vastatrix se puede caracterizar de la siguiente manera :

- 1).- Uredosporas unicelulares, binucleadas, reniformes, equinuladas en su parte dorsal y lisas en la ventral.
- 2).- Teliosporas unicelulares, globosas y lisas que pueden producirse simultáneamente con las uredosporas.

3).- Hábito de esporulación hipófila superestomatal

4).- Parásito obligado sin hospedero alternante.

El hongo esta capacitado para subsistir en el estadio de Uredos y las uredósporas son capaces de reinfectar 5 ó 6 veces el cafeto en una misma estación. (21).

TIEMPO NECESARIO PARA LA GERMINACION

Rayner (1961), reportó estudios sobre el progreso de la germinación en el envés de las hojas de café húmedas, mantenidas en la oscuridad a 23 C. El expuso gráficamente el porcentaje de esporas que mostraron síntomas visibles de germinación (el comienzo del abultamiento de la pared de la espora en preparación para la salida del tubo germinal), con varios intervalos de tiempo; el proceso debe comenzar casi tan pronto como se mojan las esporas y quedar concluido después de 7 a 10 horas. Nutman y Roberts (1963), han publicado gráficas basadas en observaciones de la germinación en dos superficies, hoja y agar nutritivo, de -- 1000 esporas por punto.

Ellos indicaron que el porcentaje de germinación aumenta linealmente con el tiempo.

EFEECTO DE LA TEMPERATURA

Nutman y Roberts hicieron un estudio detallado del efecto de la temperatura sobre la germinación bajo condiciones de laboratorio.

Encontraron, suponiendo una relación lineal entre porcentaje de germinación y tiempo transcurrido, que la tasa de incremento en el porcentaje de germinación con el tiempo era afectado por la temperatura. Cuando la germinación tenía lugar a temperatura constante sobre capas de agar nutritivo, se observaba la tasa máxima a 22 C.

La germinación no tuvo lugar a 15.5 C ó menos, ni de 28 C ó más. Sin embargo, sobre discos u hojas, esta curva mostró dos picos, uno en 21 C y un segundo en 25.5 C, separados por una depresión marcada.

Exposiciones bajo condiciones húmedas y temperaturas de 15 C, 16 C, 17 C y 17.5 C, aumentó la tasa de germinación. Un lote de esporas expuestas a la humedad a 22 C, mostró un 10 por ciento de germinación después de 9 horas y el porcentaje aumentó a razón del 1.3 por ciento para cada hora adicional. Un lote similar, mantenido húmedo a una temperatura de 15 C por 3 1/2 horas (tiempo durante el cual no tuvo lugar germinación), al ser transferido a 22 C, dio 14.6 por ciento de germinación después de 2 horas y el porcentaje

aumento a razón de 7.3 por ciento por cada hora adicional. El nivel del estímulo estaba relacionado con la duración del tiempo de la exposición en condiciones frescas.

Nutman y Roberts utilizaron por lo general suspensiones de esporas: las que fueron atomizadas sobre películas de agar ó superficies foliares mediante un lápiz "aerografo" con altas presiones, un método que tiene la ventaja de producir un esparcimiento bastante uniforme de las esporas, facilitando así los recuentos de germinación.

REQUERIMIENTO DE HUMEDAD

La presencia de agua líquida es esencial para la germinación. Las esporas mientras están en estado seco, se encuentran agrupadas en manojos de diferentes tamaños, y al hacer contacto con una gotita de agua se deshace la adhesión y las esporas se extienden sobre la superficie, como una capa de esporas individuales. Las esporas que se hunden no germinan.

EFFECTOS DE LA LUZ

Eürk (1889), encontró en un portaobjetos, aunque expuesto a la luz difusa en un laboratorio a una distancia considerable de la ventana, que la germinación era completamente inhibida. No era necesaria la obscuridad absoluta. El encontró que una exposición a la luz por 1 1/4 hrs., a 1 3/4 hrs. cuando las esporas se mojan por primera vez evitaba por completo la germinación subsiguiente en la obscuridad, sin embargo cuando las esporas están secas y todavía unidas a las lesiones de la hoja, la exposición a la luz - fuerte del sol por varias horas, aún hasta cuando la hoja se había secado completamente, carecía de efecto apreciable sobre la capacidad para una germinación subsiguiente. Como se muestra en los cuadros 1 y 2.

C U A D R O No. 1

EXPOSICION A LA LUZ FUERTE (minutos)	PORCENTAJE DE GERMINACION
0	9 a 14
10	22
20	25 . 28
30	26 32
40	18 22
50	7 15
60	8 10

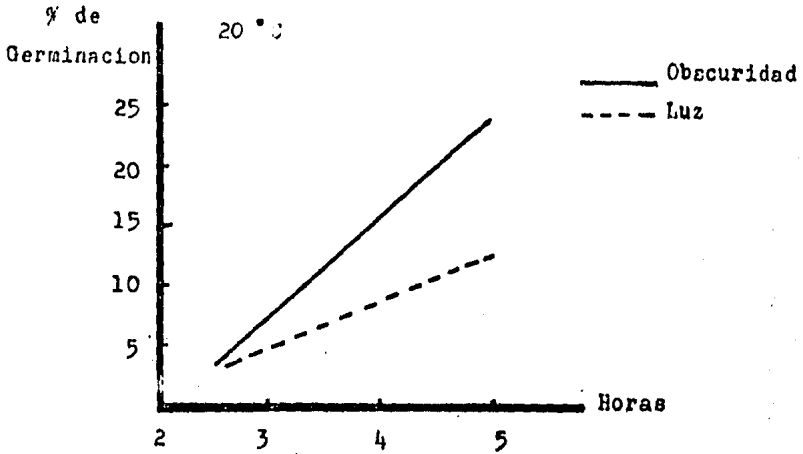
Porcentaje de germinación de uredósporas en gotitas de agua en hojas mantenidas por tres horas en la oscuridad, después expuestas a la luz fuerte por periodos diferentes y luego regresadas a la oscuridad.

C U A D R O · No. 2

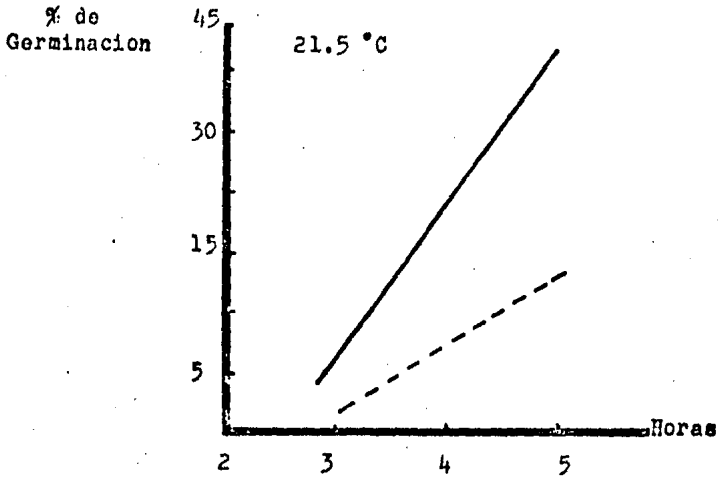
EXPOSICION A LA LUZ FUERTE (minutos)	PORCENTAJE DE GERMINACION
0	10 a 15
10	7 10
20	6 12
30	9 14
40	8 15
50	4 7
60	1 3

Porcentaje de germinación de uredósporas en gotitas de agua en hojas mantenidas por tres horas en luz difusa de intensidad insuficiente para inhibir la germinación; después expuestas a luz fuerte por períodos diferentes y finalmente colocadas en la obscuridad. (Ver figuras 4,5,6,7,8)

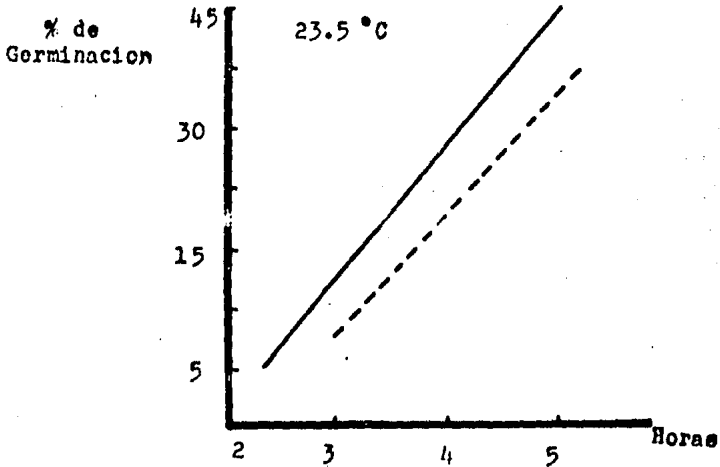
GERMINACION EN LA OBSCURIDAD Y LUZ PARA TRES TEMPERATURAS



(FIGURA 4)



(FIGURA 5)



(FIGURA 6)

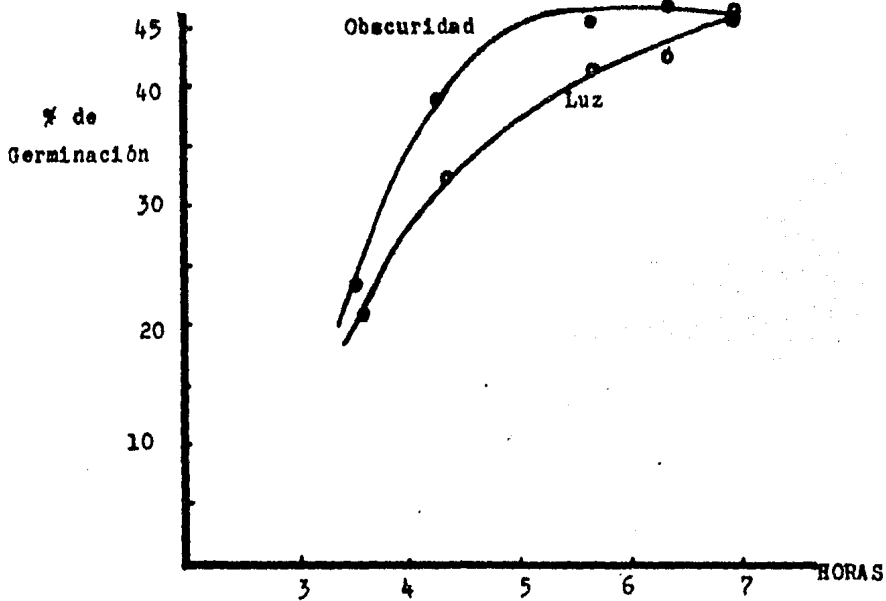


FIGURA 7.- GERMINACION SOBRE AGAR DE PAPA DEXTROSA EN OBSCURIDAD Y LUZ.

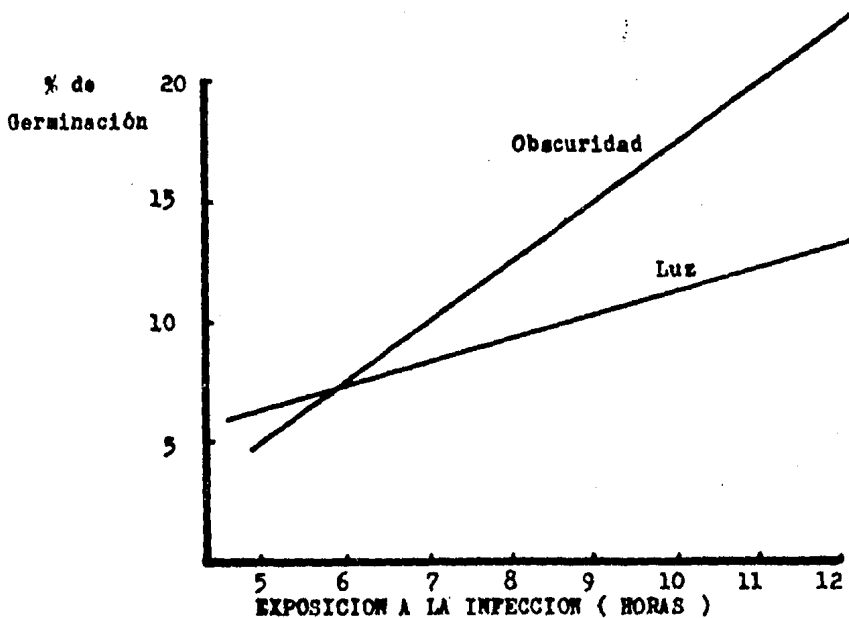


FIGURA 8.- PRODUCCION DE LESIONES EN RELACION CON EL TIEMPO DE EXPOSICION A CONDICIONES INFECCIOSAS EN OBSCURIDAD Y LUZ.

La exposición a luz fuerte por una hora o más - inhibía la subsecuente germinación. El encuentro que exposiciones mas cortas podían estimularlas.

Las esporas mantenidas en la obscuridad por tres - horas y posteriormente expuestas a la luz y regresadas nuevamente a la obscuridad, germinan de nuevo.

Nutman y Roberts observaron la producción de lesiones en hojas de cafeto inoculando esporas de H.vastatrix y determinaron que el número de lesiones producidas esta directamente relacionada con el número de esporas inoculadas y que el establecimiento de la infección es afectado por la temperatura; observandose una correlación con la temperatura óptima de germinación de las esporas establecida in vitro.

EFFECTOS DEL SUSTRATO

La germinación sobre hojas jóvenes completamente desarrolladas, las que todavía eran delgadas y con apariencia juvenil, después de un intervalo de 5 horas, era de 2 a 4 veces más alta que sobre hojas maduras.

GERMINACION BAJO CONDICIONES DE CAMPO

La germinación bajo condiciones de campo según observaciones hechas en Riuru, Kenia; durante Enero y Febrero a una altura de 1800 metros sobre el nivel del mar en plantas sembradas en maceta, manteniendo la humedad a un nivel alto rara vez se encontró germinación durante las horas del día.

Durante las semanas de observación, las temperaturas durante la noche fueron inferiores a 17 C, estas variaciones difieren de lo sucedido en el laboratorio; lo que hace evidente que los efectos ambientales sobre la germinación son complejos y que existen interacciones fuertes entre los diferentes factores involucrados. Por ésta razón las observaciones hechas en el laboratorio deben compararse con las observaciones hechas en el campo y deben hacerse más trabajos sobre germinación en el campo para poder obtener generalizaciones satisfactorias.

VIABILIDAD DE ESPORAS

Se ha demostrado que la viabilidad se ve seriamente afectada por un número de factores distintos.

Se ha encontrado que esporas mantenidas secas en un tubo herméticamente sellado, son capaces de germinar aún después de 6 semanas aunque fueron expuestas a la luz directa del sol.

Sin embargo cuando las esporas son colocadas sobre hojas y después se mojaron por 6 minutos y luego se secaron por 5 minutos y después se mojaron otra vez, su capacidad de germinar disminuyo notablemente aunque sean colocadas en la obscuridad. Parece que el efecto se debe al inicio de la germinación.

Las esporas extraídas de hojas caídas, difícilmente pueden ser inducidas a germinar. Las esporas incoloras son incapaces de germinar.

Estudios sobre el efecto del tiempo sobre vialidad fueron hechas por Nutman y Roberts, recolectando hojas en el campo y transfiriendo las esporas a cajas petri, manteniéndolas en luz difusa. Las hojas fueron colocadas en recipientes de vidrio por 24 horas y las nuevas esporas fueron recolectadas en otras cajas petri. De ambas cajas se tomaron alícuotas a intervalos, suspendiéndose en agua y después atomizándose sobre placas de agar de papa-dextrosa e incubándose para después contar determinándose, la germinación después de 5 horas. (figuras 9 y 10).

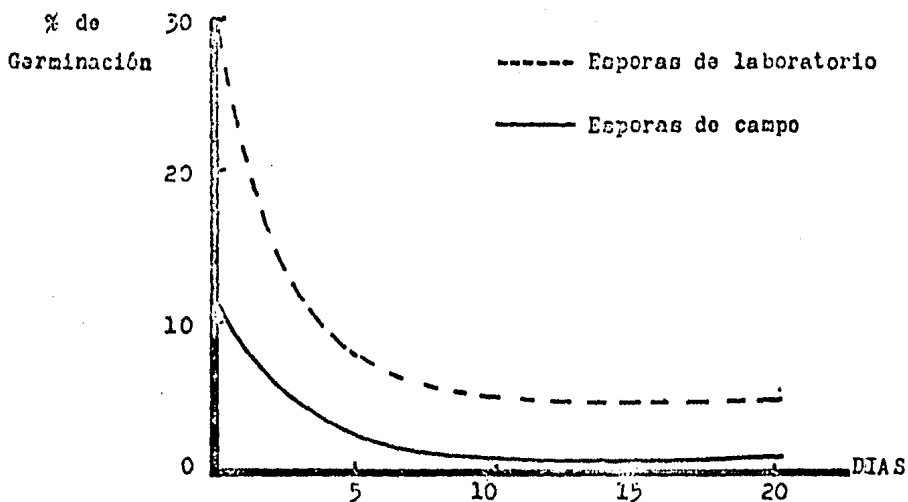


FIGURA 9.- EFECTO DEL ENVEJECIMIENTO DE UREDOSPORAS SOBRE LA VIABILIDAD.

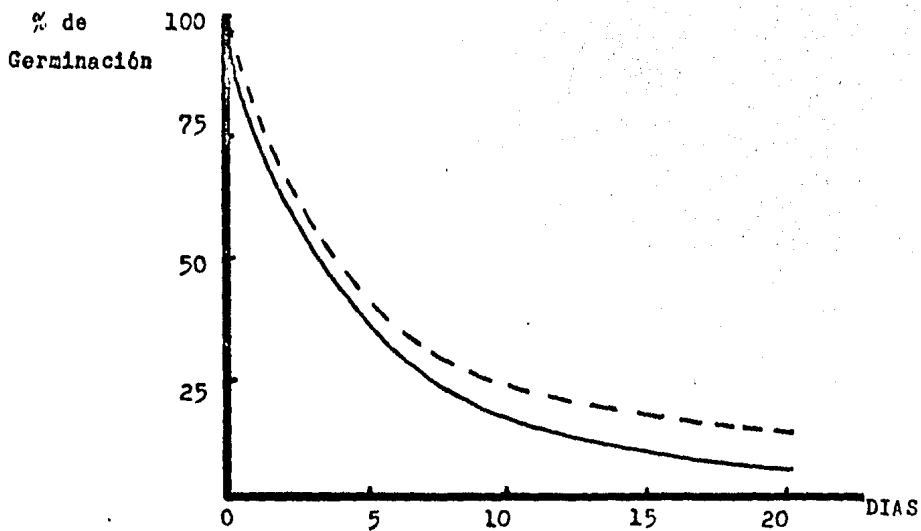


FIGURA 10.- EFECTO DEL ENVEJECIMIENTO SOBRE LA PERDIDA DE VIABILIDAD.

CRECIMIENTO DEL TUBO GERMINAL Y
FORMACION DEL APRESORIO

Nutman y Roberts estudiaron el efecto de la temperatura sobre el porcentaje de esporas que germinan formando -- apresorios sobre discos foliares y encontraron una relación similar a la reportada para la germinación misma. La curva de respuesta fué bimodal. (Figura 11).

La Roya del café es capaz de atacar en forma diferencial a las distintas variedades de café, esta característica ya había sido observada en la India en 1930, en plantas que al principio se habían manifestado resistentes, luego se volvieron aparentemente sensibles. Se investigó y se determinaron inicialmente 4 razas biológicas del hongo (Mayne 1930), en los cuales se usaron Clones Diferenciadores, o sea plantas de café con espectros de reacción bien definidos ante una determinada raza de Roya. (cuadro 3).

PORCENTAJE

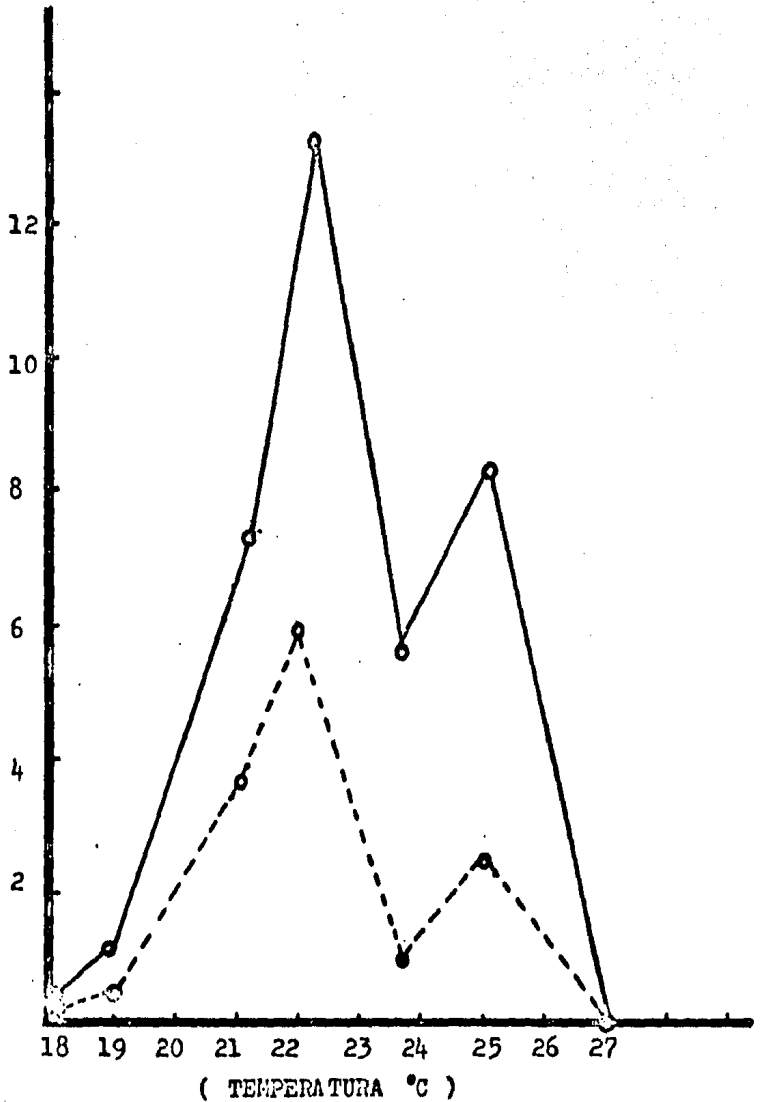


FIGURA 11.- EFECTO DE TEMPERATURA SOBRE LA FORMACION DE APRESORIOS EN DISCOS DE HOJAS.

C U A D R O No. 3

DIFERENCIADORES (<u>C.arábica</u>)	RAZAS DE <u>H. vastatrix</u>			
	1	2	3	4
COORG	-	-	-	-
KENT	-	-	-	-
S.288.19	-	-	-	-
353.7	-	-	-	-

Diferenciadores de Mayne para la determinación de 4 razas fisiológicas de H. vastatrix en Coffea arábica.

Los factores de virulencia (genes) del patógeno se designaron V1, V2, V3 y V4.

Investigaciones posteriores determinaron los factores más para la virulencia del hongo: V5 y V6 y un total de 18 razas fisiológicas del hongo (Bettencourt, 1968).

En el centro de investigaciones de las Royas del café (CIFC), en Oeiras Portugal, se han recogido muestras de royas enviadas de todo el mundo cafetalero y actualmente se tienen cultivos de 30 razas fisiológicas de H. vastatrix; estas razas se identifican con números romanos. La raza V se perdió y la IX nunca se ha logrado aislar de la raza VIII, ya que ambas se comportan en forma similar. En total se -- puede hablar de 32 razas fisiológicas del hongo, de las -

cuales solamente 14 tienen bien determinados sus factores de virulencia. (cuadro 4).

C U A D R O No. 4

RAZAS FISIOLÓGICAS	I	II	III	VII	VIII	X	XII	XIV	XV	XVI	XVII	XIX	XXII	XXIV
	FACTORES DE VIRULENCIA COMPLETAMENTE DETERMINADOS													
	V ₂	V ₁	V ₃	V ₂	V ₁	V ₁	V ₂	V ₄	V ₁	V ₁	V ₁	V ₁	V ₁	V ₂
FACTORES DE VIRULENCIA						V ₂	V ₃		V ₂				V ₂	
	V ₅			V ₃	V ₄				V ₃	V ₂				V ₄
	V ₅	V ₅	V ₅	V ₅	V ₅	V ₃	V ₄	V ₅	V ₄	V ₅	V ₄	V ₄	V ₄	V ₅
						V ₅	V ₅		V ₅					

14 Razas de H. vastatrix cuyos genes son conocidos y sus posibles genotipos (Rodríguez 1975).

Algunas razas infectan muchas variedades de cafetos y pueden estar ampliamente distribuidas en el mundo en cambio otras son de espectro reducido y escasa distribución mundial.

Además pueden ser altamente virulentas ó moderadamente virulentas. (cuadro 5).

C U A D R O No. 5

GRUPOS DE CAFETOS		RAZAS FISIOLÓGICAS (<u>H.vastatrix</u>)							
		II	VIII	X	XVIII	XIX	XX	XXIII	XXVII
G	34/13-S.354/5			S					
H	849/1 -Matari ^b			S					
B	849/1 -Matari ^b	S	S	S		MS	MS	S	MS
E	63/1 -Bourbon ^b	S	S	S				S	
A	128/2 -Dilla _b & Albhe ^b				S		MS	MR	S
C	87/1 -Geisha							S	
D	32/1 -DK 1/6 ^b			S				S	
Y	635/2 -S.12 Kaffa ^b				MS		MS	MS	MS
J	110/5 -S.4 Agaro				MS			MS	
I	134/4 -S.12 Kaffa				MS		MS	MR	MS
W	635/3 -S.12 Kaffa				MS			MS	
F	369/3 -C.racemosa ^b	S	S	S	S	S	S	S	S

Diferentes grados de virulencia de algunas razas fisiológicas de roya del café, sobre algunas variedades de híbridos interespecíficos de Coffea arábica.

Varietad resistente; S susceptible; MS muy susceptible; MR moderadamente resistente; b usados como clones diferenciales.

Es de suma importancia conocer la distribución geográfica de las razas de roya del cafeto, pues los programas de mejoramiento genético del cafeto con miras a la obtención de variedades resistentes a esta enfermedad, dependen del conocimiento previo de las razas prevaletentes en la región donde se pretenda implantar un determinado tipo de resistencia. (Chavez 1970).

Y hay razas que tienden a permanecer en ciertas regiones, probablemente debido a condiciones ambientales específicas que han facilitado la presencia de ciertos hospederos susceptibles, más ó menos confinados a estas regiones. (cuadro 6).

En el cuadro 6, observamos que la raza que ha invadido América es la raza II del patógeno y ultimamente se han reportado las razas I, III y XV en Brasil (Shieber 1977); lo que para México como país latino es también importante.

En el (CIFC), se han estudiado la resistencia a la roya en híbridos interespecíficos, tetraploides (4n) de Coffea arabica. (Cuadro 7).

CUADRO No. 6

RAZAS FISIOLÓGICAS DEL PATÓGENO <u>H.vastatrix</u> B. & Br.	C E I L A N	B R A S I L	A R G E N T I N A	P A R A G U A Y	N I C A R A G U A	I N D I A	F I L I P I N A S	E T I O P I A	R . D E S U D A F .	T I M O R	Q U E N I A	T A N Z A N I A
I	✓	✓				✓	✓	✓		✓	✓	✓
II	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
III		✓				✓		✓		✓		✓
IV												
VI												
VII												
VIII						✓	✓				✓	
X												
XI												✓
XII						✓						
XIII							✓					
XIV						✓						
XV	✓	✓						✓		✓	✓	
XVI						✓				✓	✓	
XVII						✓						✓
XVIII												
XIX												
XX											✓	✓
XXI												
XXII										✓		
XXIII						✓						
XXIV						✓						✓
XXV	✓					✓				✓		
XXVI										✓		
XXVII												
XXVIII						✓						
XXIX												
XXX										✓		
XXXI						✓				✓		
XXXII												

Distribución geográfica de las razas de roya en algunos países cafetaleros.

Este cuadro nos enseña que todas las arábicas cultivadas en América Latina, fueron altamente susceptibles a la roya.

Además se hace énfasis a la homogeneidad genética de las variedades de C. arábica en cuanto a su susceptibilidad.

(D' Oliveira, 1958); agrupo las plantas de café en en grupos fisiológicos, nombrados arbitrariamente, con letras del alfabeto romano y griego correspondiendo a su espectro de reacción a las razas probadas, como se indica en el cuadro anterior.

IV. MÉTODOS DE CONTROL

IV.1.-INTRODUCCION DE VARIEDADES RESISTENTES DE CAFE

Para combatir la roya en México, PROMECAFE, ha acumulado un material genético muy importante, el cual brinda muchas esperanzas en cuanto a resistencia a la enfermedad. (28).

Se ha visto que cuando se ponen a germinar esporas de roya de razas incompatibles, se producen sustancias que son capaces de inhibir la enfermedad.

Estos experimentos se han realizado inoculando diferentes variedades de plantas con las diferentes razas de H. vastatrix y para evaluar la resistencia o susceptibilidad, se han empleado discos de hojas de diferentes variedades de café, las cuales fueron inoculadas y puestas en las condiciones óptimas para el desarrollo de H. vastatrix e inducir de ésta manera la infección en el laboratorio. (29).

Estos experimentos se explican con los siguientes cuadros. (8, 9, 10).

C U A D R O No. 8

Genotipos con loci (S_H), clonas de C.arábica y su reacción con roya.

Clonas Cultivo	Genotipos con loci S_H (un gene de par homocigoto indicado).					Reacción con razas de <u>H.vastatrix</u> . C :compatibles I :Incompatibles		
						I	III	XVI
19/1 Caturra	s_{H1}	s_{H2}	s_{H4}	s_{H4}	s_{H5}	C	C	(C) ^a
32/1 Caturra	s_{H1}	s_{H2}	s_{H3}	s_{H4}	s_{H5}	C	I	(C) ^a
87/1 Geisha	s_{H1}	s_{H2}	s_{H3}	s_{H4}	s_{H5}	I	C	C
1006/1 Geisha	s_{H1}	s_{H2}	s_{H3}	s_{H4}	s_{H5}	I	I	C

^a Las reacciones indicadas en el parentesis, no fueron usadas en el experimento.

C U A D R O No. 9

Germinación y longitud de tubos germinales de esporas en difusión.

Cultivo de café	Raza de <u>Hemileia vastatrix</u> .	
	inoculada	comparada
87 / 1	1(170) ^b	III(995)
87 / 1	1(170)	I(170)
32 / 1	III(995)	III(995)
32 / 1	III(995)	I(170)
1006 / 1	III(995)	I(170)
1006 / 1	III(995)	III(995)
1006 / 1 ^c	III(995)	XVI(178)
32 / 1	I(170)	I(170)
19	III(995)	I(170)
19	III(995)	III(995)
19	I(170)	I(170)
19	I(170)	III(995)

^a Expresada como % en agua destilada.

^b Raza aislada.

^c Representa un promedio de seis muestras, tres para cada uno.

P.-Promedio del incremento de la inhibición.

continuación del cuadro No. 9

	Germinación (%) ^a	Longitud del tubo inoculado	germinal (%) ^a	no inoculado	P	
Difusion para combinaciones incompatibles						
g.	44.1	--	6.5 ^c	80.8	-- 6.7	0.01
g.t.l.	32.1	"	3.8	67.0	" 8.9	0.01
g.	50.7	"	6.3	82.33	" 3.4	0.01
g.t.l.	32.7	"	4.5	66.8	" 8.6	0.01
g.	54.7	"	7.8	91.2	" 4.6	0.001
g.t.l.	49.1	"	2.2	84.7	" 4.6	0.001
g.	60.8	"	5.6	98.4	" 4.3	0.001
g.t.l.	67.3	"	7.6	110.2	" 8.9	0.01
g.	40.6	"	9.5	70.2	" 16.5	0.05
g.t.l.	38.0	"	12.6	111.0	" 27.5	0.001
g.	21.5	"	4.6	55.6	" 5.3	0.001
g.t.l.	24.4	"	1.5	51.1	" 7.7	0.01
g.	47.7	"	2.6	68.4	" 2.1	0.001
g.t.l.	47.4	"	7.8	111.0	" 5.3	0.001
Difusion para combinaciones compatibles						
g.	100.0	--	4.6	99.6	-- 1.4	N.S.
g.t.l.	115.7	"	5.4	71.0	" 2.65	N.S.
g.	120.9	"	4.9	102.8	" 2.3	N.S.
g.t.l.	114.0	"	11.7	93.2	" 8.9	N.S.
g.	111.7	"	4.7	102.0	" 7.2	N.S.
g.t.l.	117.8	"	4.9	108.0	" 3.2	N.S.
g.	109.8	"	11.9	98.9	" 3.6	N.S.
g.t.l.	99.3	"	3.0	100.1	" 1.8	N.S.
g.	89.6	"	3.0	88.8	" 5.0	N.S.
g.t.l.	74.2	"	8.1	72.8	" 9.9	N.S.

C U A D R O No. 10

RAZA DE <u>HEMILEIA</u>	LONG. MEDIA DEL TUBO GERMINAL (μ m) \pm S.E. DESPUES DE 4 HRS. EN AGUA DESTILADA	LONG. MEDIA DEL TUBO GERMINAL (μ m) \pm S.E. DESPUES DE 4 HRS. EN AGUA DEST. C/4 HRS. EN DIFUSION.	D I F U S I O N		% DE ESTIMULACION O INHIBICION DURANTE 4 HRS. DE DIFUSION: C/HOJAS INOCULADAS Y NO INOC.
			HOJAS INOCULADAS	HOJAS NO INOCULADAS	
DIFUSION PARA COMBINACIONES INCOMPATIBLES					
I(170)	110.6 \pm 1.98 ^a	137.8 \pm 10.21	289.0 \pm 13.05		-84.8
I(1285)	102.5 \pm 1.20	146.0 \pm 11.58	270.6 \pm 16.88		-74.1
XVI(178)	109.3 \pm 1.19	135.5 \pm 5.23	292.9 \pm 10.08		-85.7
XXIV(996)	108.3 \pm 0.91	140.0 \pm 11.40	248.9 \pm 10.8		-77.5
DIFUSION PARA COMBINACIONES COMPATIBLES					
III(995)	140.0 \pm 0.78	313.2 \pm 17.30	237.5 \pm 21.63		+77.4
XVI(178)	89.5 \pm 6.20	188.3 \pm 18.85	123.3 \pm 3.33		+191.2

a - Indica que se pusieron en cada disco 25 tubos germinales por duplicado agrupandolos de 3 en 3.

Para observar la relación entre el grado de resistencia a H. vastatrix y la productividad en los cafetos, fueron estudiadas 4 poblaciones de plantas de café ICATU -- (E4782-7, H4782-10, H4782-13 y H3851-2); selecciones de nuevo mundo (RPP 474-9); CATUAI(H2077-2-5-81 y H2077-2-24), además en cada población se agruparon plantas de acuerdo a su producción en intervalos de 2 kg. determinando el efecto que tenía H. vastatrix sobre ellas (4), seleccionando plantas que producían 10 kg. como mínimo de fruto cereza.

Las especies se enumeraron del 1 al 6 de acuerdo a su grado de susceptibilidad al ataque, siendo la 5 y 6 las de mayor susceptibilidad.

TIPO 1.- Resistente a cualquier señal de infección.

TIPO 2.- Resistente, con zonas cloróticas en las regiones de la infección acompañadas de pequeñas necrosis.

TIPO 3.- MR₁ ó moderadamente resistentes; presenta los síntomas clásicos de la infección, pústulas uredospóricas pequeñas ó medianas en la parte inferior.

TIPO 4.- MR₂ moderadamente resistente; presentando las mismas reacciones que el tipo 3, pero los signos más acentuados por toda la planta.

TIPO 5.- MS ó moderadamente susceptible; presenta todos los síntomas, pústulas urodoscópicas rodeadas de zonas cloróticas.

TIPO 6.- S ó susceptible, presenta todos los síntomas del tipo 5, sólo que distribuída por toda la planta y en gran cantidad.

Estas características son analizadas en el cuadro 11.

C U A D R O No. 11

PROGENIE	TIPO DE REACCION	NO.DE PLANTAS	PRODUCC. MEDIA DE CAFE(Kg)
H 4782-7	R1	157	13.4
	R2	40	14.0
	R3	32	13.9
	R5	15	13.2
	R6	12	13.0
H 4782-10	R1	90	12.8
	R2	39	12.4
	R3	22	13.8
	R5	12	14.1
	R6	12	12.4
H 4782-13	R1	79	13.9
	R2	20	14.3
	R3	44	13.9
	R5	22	13.1
	R6	13	13.6
H 3851-2	R1	79	13.9
	R2	20	14.0
	R3	44	14.3
	R5	22	12.3
	R6	13	13.8
RPP 474-9	R6	60	14.4
H2077-2-5-81	R6	15	13.1
H2077-2-5-24	R6	15	13.5
TOTAL DE PLANTAS/MEDIO		818	13.5

Número de plantas y producción total media de fruto por progenie, dentro de cada tipo de reacción a H. vastatrix, de 1973 a 1975; la producción mínima por planta es de 10 Kg. (Porcentaje de error experimental = 23.4%).

Aumentando la amplitud de variación a la producción, observamos que un máximo de amplitud fué alcanzado por las progenies H 4782-7 (2 - 30 Kg), dentro del tipo I de reacción a H.vastatrix.

C U A D R O No. 12

P O B L A C I O N	T I P O S D E R E A C C I O N				
	1	2	3	5	6
	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
H 4782 - 7	2 - 30	2 - 31	2 - 23	2 - 19	2 - 17
H 4782 - 10	2 - 18	2 - 18	2 - 20	2 - 19	2 - 26
H:4782 - 13	2 - 22	2 - 27	2 - 18	2 - 18	2 - 21
H 3851 - 2	2 - 27	2 - 22	2 - 26	2 - 17	2 - 19
H 3842 -14-2	-----	-----	-----	2 - 12	2 - 11
RPP 474 - 9	-----	-----	-----	-----	10 - 23
H 2077 -2-5-81	-----	-----	-----	-----	10 - 21

Amplitud de variación en la producción (kg) de fruto por planta durante un periodo de 1973 - 1975, de acuerdo a las diferentes reacciones a H. vastatrix con 7 diferentes progenies de café.

CUADRO 13.- Porcentaje de las plantas en 5 progenies de café ICAFE una del nuevo mundo y una de CATUI, para cada tipo de reacción a H. vastatrix en los diversos periodos de producción.

POBLACION	TIPOS DE REACCION	PORCENTAJE DE PLANTAS DE LOS INTERVALOS DE PRODUCCION (Kg).								
		2-8 %	8-12 %	12-16 %	16-20 %	20-24 %	24-30 %	2-12 %	12-20 %	20-30 %
H 4782-7	1	35	39	19	5	1.2	0.8	74	24	2
	2	21	47	22	8	2	-	68	30	2
	3	27	37	21	13	2	-	64	34	2
	5	27	43	27	3	-	-	70	30	-
	6	27	51	8	14	-	-	78	22	-
H 4782-10	1	32	36	18	4	-	-	68	22	-
	2	27	49	17	7	-	-	76	24	-
	3	35	43	15	5	2	-	68	20	2
	5	46	33	16	5	-	-	79	21	-
	6	37	46	14	3	-	-	83	17	-
H 4782-13	1	32	35	22	9	2	-	67	31	2
	2	16	46	26	3	6	3	62	29	9
	3	20	38	25	17	-	-	58	42	-
	5	36	38	22	4	-	-	74	26	-
	6	20	40	20	10	10	-	60	30	10
H 3851-2	1	43	33	15	7	1.5	0.5	76	22	2
	2	38	31	19	7	5	-	69	26	5
	3	33	29	28	5	4	1	62	33	5
	5	40	42	14	4	-	-	82	18	-
	6	41	43	8	8	-	-	84	16	-
H3849-14-2	5	82	15	3	-	-	-	97	3	-
	6	74	26	-	-	-	-	100	-	-
RPP 474-9	6	-	33	34	21	12	-	33	55	12
H2077-2-5-81	6	-	54	20	20	6	-	54	40	6

Se notaron diferencia en la productividad cuando se amplio la variación de esta; de acuerdo a la susceptibilidad a H. vastatrix ,Figura 12.

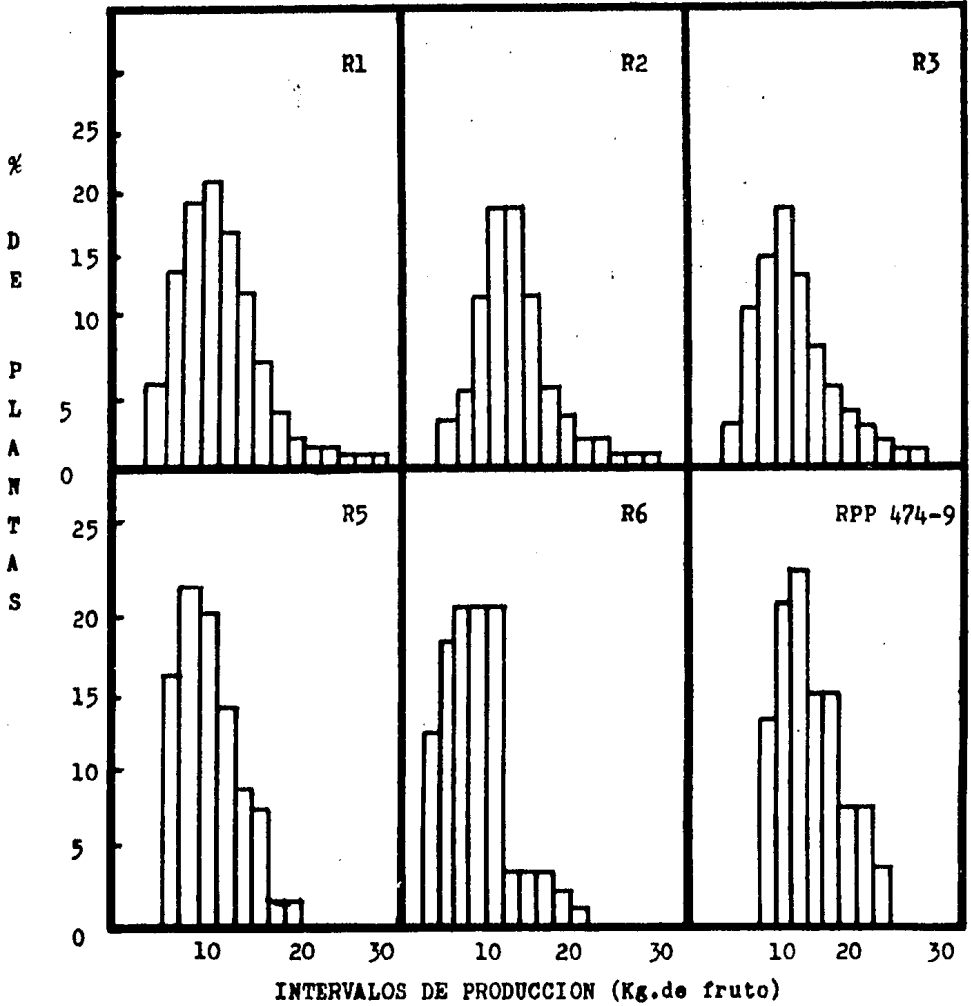


FIGURA 12.- REPRESENTACION GRAFICA DE LA OSCILACION DE POBLACIONES DE CINCO PROGENIES DE CAFE ICATU, UNA DEL NUEVO MUNDO; EN FUNCION DEL TIPO DE REACCION A H.vastatrix.

IV.2.- TRATAMIENTO QUIMICO

La Roya puede ser controlada mediante aplicación de productos químicos llamados fungicidas, y para obtener un buen control, es necesario aplicar fungicida adecuado, una cantidad adecuada, en una época apropiada y de una manera correcta.

Los fungicidas a base de cobre son los más indicados para el tratamiento (26), (27), (30), (31), (32), (33), (34), (39) (41) y estos pueden ser aplicados en diferentes formas:

1).- Caldo Bordales.

Preparada con sulfato de cobre, cal y agua en concentración variada de 1.0 - 5.0 %.

2).- Oxidos Cuprosos.

Con 50 % de concentración de cobre color rojizo.

3).- Oxicloruro de Cobre (31), (32), (33), (39), (41), (42), (44). Generalmente de color azul ó verde de concentración de cobre de 35 - 59 %.

4).- Hidroxido de Cobre.

Concentración de 35 - 56%, esos fungicidas deben ser utilizados de 5 - 7 Kg. por hectarea ó por mil pies de cafetales adultos.

Esta cantidad dependera del tamaño de los cafetos y de la concentración de cada fungicida. Para plantas menores de 3 años se recomienda pulverizar cantidades menores (1.5 a 2 Kg/100 lts. de agua), de fungicida mojando bien las hojas.

5).→ Paraquat (1,1'-Dimetil-4-4'-Piridium ión), aplicado como aspersión.

En áreas muy dañadas se rocío a cafetos y tierra en un radio de 30 mts. de la infección, con una mezcla emulsionada de: 4 lts. de paraquat, 1 Kg. de cobre , 6.6 lts. de diesel, detergente y un adhesivo disueltos en 208 lts. de agua; empleándose 0.5 lts. por planta en forma de aspersión.(32)

A 50 - 60 mts. de la zona afectada se mantuvo una zona de protección rociada con 2-metil-5,6-dihidro-4'-H-Piran-3-acido carboxilico anilida (pirocarbonato) y cobre; aplicando 4.2 lts. por hectárea. Después de siete días se observo que las esporas no germinaron ó lo hicieron en forma muy pobre. El cocktail por contacto directo inhibe su desarrollo.

6).- Se han probado otros compuestos químicos comparando su efectividad para el control de la Roya del cafeto como son; (27)

6.1.- Oxicarboxin 20 EC

6.2.- Carboxin 20 EC

6.3.- EAS 2203 F Zn con ión Mn en forma de complejo.

6.4.- Mezcla bordes.

Los fungicidas anteriores fueron aplicados dos veces con aspersiones foliares, durante 1975; una aplicación en Abril y la otra en Septiembre, coincidiendo con la pre y la post aplicación de la mezcla bordes en las plantaciones de café.

Los fungicidas fueron aplicados en una concentración de 0.1% de ingrediente activo, la mezcla bordes en un 0.5% de concentración.

Se escogieron lotes de 4 plantas por tratamiento en dos localidades del I.C.C.R. A cada planta de Coffea arábica se le hicieron 5 aplicaciones de 1 lt/planta. Observar el cuadro 14.

C U A D R O No. 14

		PORCENTAJE DE LA ENFERMEDAD													
		ABRIL		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT.		OCT.		NOV.	
		A S P E R S I O N E S													
TRATA- MIENTO.	ANTES DE	50 D. DESP.		80 D. DESP.		110 D. DESP.		140 D. DESP.		50D. DESP.		80 D. DESP.			
		L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2		
CONTROL (no tratado)		22	19	30	28	48	55	70	65	19	45	30	45	33	44
CARBOXIN 20 EC		21	20	9 ^a	8 ^a	24 ^e	43 ^d	56 ^d	62	37 ^d	48	12	16 ^a	20 ^d	23 ^e
OXYCARBOXIN 20 EC (0.1% DE INGRED. ACTIVO).		22	19	0 ^a	4 ^a	14 ^e	30 ^a	39 ^a	61	14 ^d	48	12 ^e	16 ^a	20 ^d	23 ^e
BAS 2203 F Zn 16n Mn. (0.1 % Ingre- diente Acti- vo).		22	20	19 ^d	19 ^d	28 ^e	36 ^e	62 ^d	56	40 ^e	47	27 ^d	43 ^d	21 ^d	37 ^d
MEZCLA BORDE- AUX (0.5 % CONCENTRAC.).		21	21	18 ^d	16 ^d	20 ^e	36 ^e	38 ^e	50	40 ^e	42	47 ^e	38 ^d	36 ^d	37 ^d
										+++		+++	+++	+++	+++
G.D. al 1 %	NS	NS	19	17	17	15	14	NS	18	NS	15	12	15	10	

EFICACIA DE CUATRO FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROYA.

- a - Calculado en %.
- b - Preaplicación de la aspersión en abril 15 de 1975
- c - Post-aplicación de la aspersión en sept. 7 1975
- d - Diferencia no significativa con respecto al control no tratado.
- e - Diferencia no significativa entre los fungicidas

SÍMBOLOS :

- + = El oxicarboxin significativamente superior a carboxin 2203 F .
- ++ = Ión Zn-Mn (complejo).
- +++ = Oxicarboxin significativamente superior a mezcla bordes.
- N.S. = No significante.
- L1 = Localización 1
- L2 = Localización 2

EL EFECTO DE LA VIABILIDAD DE LAS ESPORAS IN SITU

Las uredosporas fueron colectadas al azar de pustulas de Roya y el porcentaje de germinación fué determinado en agar con 2 % de agua, puestas a incubar en obscuridad a - 22 °C 1 °C / 24 hrs. antes y despues de los tratamientos.

La viabilidad de las esporas fué determinado por su germinación, tomando las muestras a las 24, 48, 72 y 100 horas después de la aspersión. El efecto de la aspersión sobre las pustulas fué observado por 30 días. (27).Ver -- cuadro 15.

C U A D R O No. 15

PORCENTAJE DE GERMINACION DE UREDOSPORAS ^a					
TRATAMIENTO	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	100 HRS	
	A S P E R S I O N E S				
	ANTES DE	DESPUES DE	DESPUES DE	DESPUES DE	DESPUES DE
CONTROL (no tratado)	37	31	44	38	37
OXICARBOXIN 20 EC ^b	38	9	2	0	0
CARBOXIN 20 EC ^b	50	12	5	2	0
BAS 2203 F - Zn 16n Mn en forma de complejo.	60	9	6	1	1
MEZCLA BOR- DEAUX ^c	75	34	15	4	1

EFFECTO DE FUNGICIDAS EN UREDOSPORAS DE
H. vastatrix

- a - calculado en %
- b - 0.1 % ingrediente activo
- c - 0.5 % de concentración

REFOLIACION E INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

El efecto de fungicidas (Carboxin y oxicarboxin), en la refoliación y desarrollo de la enfermedad también fué estudiada en plantas de café.

Estos fungicidas fueron asperjados en concentraciones de 0.1 % en los meses de febrero a mayo, haciendo aplicaciones cada 30 días, con una aplicación final en el mes de septiembre. Se hicieron conteos de hojas sanas y hojas infectadas y pustulas de roya cada mes hasta el mes de noviembre, estos datos son reflejados en el cuadro 16.

C U A D R O No. 16

1 9 7 5	PORCENTAJE DE ENFERMEDAD		
	CONTROL (no tratado)	OXICARBOXIN (20 EC)	CARBOXIN (20 EC)
ENERO	0	0	0
FEBRERO ^a	0	0	0
MARZO ^a	0.38	0	0
ABRIL ^a	0.38	0	0
MAYO ^a	2.05	0	0
JUNIO	8.02	0	0
JULIO	21.97	0	0
AGOSTO	24.32	0.79	2.44
SEPTIEMBRE ^a	53.92	48.62	63.89
OCTUBRE	63.82	2.5	23.00
NOVIEMBRE	35.28	7.25	28.35

a - aplicaciones hechas los días 20 de cada mes.

7).- También se han experimentado con otros nematocidas como: (48)

1.- Aldicarb (Temik 10G)

2.- Carbofurano (Furadan 5G)

3.- Oxamil (Vidato G y Vidato L).

Los resultados de estos experimentos son presentados en los cuadros 17 y 18.

Concluyendo que éstos nematocidas en las dosis estudiadas, presentaron un efecto protector sobre las plantas, disminuyendo el desarrollo del hongo, cuando fueron aplicados siete días antes y al mismo tiempo de la inoculación.

CUADRO 17 .- Dosis y épocas de aplicación de nematocidas sistémicos, evaluados sobre el desarrollo de H. vastatrix en plantas de café.

TRATAMIENTOS	DOSIS POR PLANTA	APLICACION	PROMEDIO DE PUS TULAS POR HOJA.
1.-Aldicarb 10G	2g	A	0.6
2.-Aldicarb 10G	2g	B	2.2
3.- Aldicarb 10G	2g	C	10.5
4.-Aldicarb 10G	4g	A	hojas caídas
5.-Aldicarb 10G	4g	B	" "
6.-Aldicarb 10G	4g	C	" "
7.-Carbofuran 5G	4g	A	planta dañada
8.-Carbofuran 5G	4g	B	" "
9.-Carbofuran 5G	4g	C	" "
10.-Carbofuran 5G	8g	A	" "
11.-Carbofuran 5G	8g	E	" "
12.-Carbofuran 5G	8g	C	" "
13.-Oxamil 24%sol. 5000 ppm	goteo	A	0.9
14.-Oxamil 24 %sol. 5000 ppm	goteo	B	1.1
15.-Oxamil 24%sol. 5000 ppm	goteo	C	109.0
16.- Testigo	--	-	114.0

goteo - Pulverizado saturado.

A - Aplicación siete días antes de inoculación con Roya.

B - Aplicación simultanea a inoculación.

C - Aplicación 7 días después de inoculación .

CUADRO 18.- Efecto de hematicidas sistémicos sobre el número de pústulas producidas por M. vastatrix en hojas de plantas de café.

TRATAMIENTO	DOSES POR PLANTA	APLICACION	PROMEDIO DE PUSTULAS POR HOJAS
Aldicarb 10G	1.0	A	2.0
Aldicarb 10G	1.0	B	2.6
Aldicarb 10G	1.0	C	5.6
Aldicarb 10G	1.5	A	1.0
Aldicarb 10G	1.5	B	1.1
Aldicarb 10G	1.5	C	0.5
Carbofurano 5G	0.5	A	2.3
Carbofurano 5G	0.5	B	8.7
Carbofurano 5G	0.5	C	9.2
Carbofurano 5G	1.0	A	2.2
Carbofurano 5G	1.0	B	3.4
Carbofurano 5G	1.0	C	0.2
Oxamil 10G	0.5	A	1.1
Oxamil 10G	0.5	B	5.7
Oxamil 10G	0.5	C	6.0
Oxamil 10G	1.0	A	0.6
Oxamil 10G	1.0	B	1.0
Oxamil 10G	1.0	C	4.0
Oxamil 24% sol. 5000 ppm.	goteo	A	0.2
Oxamil 24% sol. 5000 ppm.	goteo	B	0.0
Oxamil 24% sol. 5000 ppm.	goteo	C	3.6
Testigo	-	-	6.7

- Pulverizado saturado (gotéamiento);

A - Aplicación siete días antes de la inoculación

B - Inoculación y aplicación simultánea.

C - Aplicación 7 días después de la inoculación.

8.- Otros trabajos nos indican que pueden usarse en el control.

1.- BAYLETON (Triadimefon). (31),(32),(33),(36),(41).

2.- Delan (Dithianon). (33).

Se han hecho experimentos de campo en Kenia, en el período de Julio - Noviembre de 1972, comparando el efecto que tienen algunos compuestos cuprosos, (oxido cuproso - y Carbendazim) y el acido pirocarbolido, sobre H.vastatrix.

Analizando el efecto del fungicida sobre el hospedero C.arábica L. (cultivo "SL 28") y sobre el desarrollo de la enfermedad (Roya del cafeto).

Se inició el experimento infectando el 90 % de las hojas del cafeto con H.vastatrix.

Se escogieron cuatro lotes de 16 árboles, aplicando cuatro tratamientos de fungicidas, usando 750 l.de agua/Ha. asperjando 560 ml. en cada árbol .

Los tratamientos fueron.

Ac. pirocarbólico	0.6 %
Carbendazim	0.4 %
Oxido cuproso (perenox)	. . .	0.7 %

Observar la figura No.13

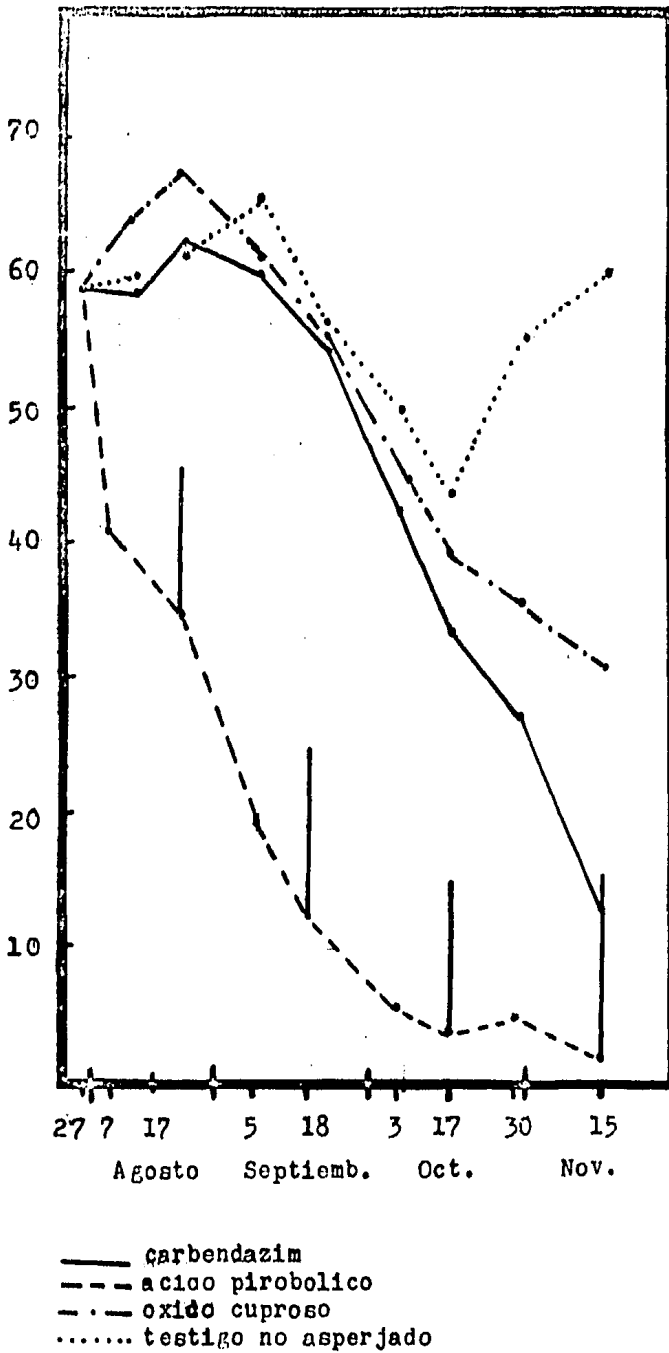


FIGURA 13.- EFECTO DE COMPARACION DE FUNGICIDAS.

En los campos cafetaleros mexicanos se combate la Roya del cafeto con tratamiento químico a base de soluciones de cobre, como son:

COMPUESTO	DOSIS / 10 lts.de agua
BAYLETON 25 % -----	33 grs.
OXICLORURO DE COBRE -----	100 grs.

Los cuales son producidos en el país (35).

IV.3.- IMPORTANCIA DE LA EPOCA Y FRECUENCIA DE LA APLICACION.

La Roya puede ser controlada por el uso de compuestos químicos y los buenos resultados dependen de varios factores, como el hongo ataca ó se desarrolla en época de calor y de lluvia causando los daños mayores, es preciso proteger los cafetos en ésta época y debe hacerse de la siguiente forma:

a).- Epoca apropiada y frecuencia de las aplicaciones.

Hacer tres a cinco pulverizaciones al año. La primera antes que termine la época seca, al proximo año al inicio de lluvias, en Agosto-Septiembre. Las siguientes deben apli

carse en espacio de treinta días en época de lluvias.

Las primeras dos aplicaciones son muy importantes para la disminución en la multiplicación del hongo, en su inicio.

b).- Los buenos resultados también dependen de la aplicación correcta del pulverizado, pues en cada aplicación se recomienda cubrir bien las hojas con el líquido fungicida.

Para subsecuentes aplicaciones, se deben de tomar en cuenta el clima y desenvolvimiento de la enfermedad .(30), (31),(42),(44).

IV.4.- CONTROL BIOLOGICO

En el C.I.F.C., se han hecho estudios de algunos microorganismos asociados a la roya del cafeto H.vastatrix; tratando de encontrar alguna posible solución a la enfermedad.

Se observó que pústulas uredóspóricas de H.Coffeicola y H. vastatrix son encontrados con frecuencia, otros hongos como :

a).- Paranectria earrissiana

b).- Penicillium waskmani, zaleski

- c).- Omphalia flavida
- d).- Cladesporium hemileiae, Stey
- e).- Verticillium hemileiae

Estudios del Dr. D'Oliveira demuestran que cuando hay presencia de V. hemileiae, las hojas tardan mas en ser atacadas y se cree que posiblemente verticillium hemileiae, produzcan una toxina que -

c).- Omphalia flavida

d).- Cladesperium hemileiae, stey

e).- Verticillium hemileiae

Estudios del Dr. D'Oliveira demuestran que cuando hay presencia de V.hemileiae, las hojas tardan mas en secarse y se cree que estas produzcan una micotoxina que inhibe el desarrollo de la roya en ciertas condiciones de temperatura (20°C ò menos), y en humedad muy alta.

Cuando las pustulas de roya fueren atomizadas con cenizas y /o micelios de V. hemileia, se presenta un ataque rapido a la roya, por lo que se puede sugerir su uso para un control biologico de esta enfermedad. (Garcia Acha. 1965).

Ademas podriamos sugerir una mayor investigaciòn al respecto con el fin de optimizar la tecnologia para un buen mètode de control biologico.

Existen dos tipos de mosquillas que se alimentan de esporas de H.vastatrix y estas son :

a).- Lestodiplosis sp.

b).- Mycodiplosis sp

Las cuales podrian reproducirse en el laboratorio y posteriormente hacer liberaciones en las zonas atacadas por la roya.

Estas investigaciones se encuentran en proceso pues se esta estudiando la biologia de estas moscas y su interacciòn con la roya. (32),(33),(40),(42),(43),(45),(46).

IV.5.- MANEJO COMPLEMENTARIO

Para mantener un buen control de la instalación y propagación de la Roya del cafeto, se hacen las siguientes recomendaciones: (42)

- 1).- Abstenerse de introducir plantas ó semillas de -
café al país, a menos que se encuentren libres
de enfermedad.
- 2).- No visitar plantaciones afectadas por la Roya.
- 3).- Observar periódicamente las plantaciones de café,
pudiendo así identificar la enfermedad a tiempo.
- 4).- Evitar que el hongo H.vastatrix, se encuentre en
condiciones favorables a su desarrollo, tomando
las siguientes medidas : (17)
 - a).- Regulación de la sombra para mejorar la ilu
minación dentro del cafetal, se aconseja -
conservar como máximo 100 arboles /ha., dis-
tribuidos uniformemente. (19).
 - b).- Poda del cafeto.-En' los cafetales cerrados
deben abrise calles entre las hileras de ca
fetos, facilitando el transito de los asper
ores y recibiendo suficiente luz solar.

c).- Crecimiento controlado.- Permitir un crecimiento máximo de 2.5 mts. de altura, pero evitando que haya mucha sombra en la parte de los cafetos, lograndose una buena ventilación e iluminación de los cafetales. (25) (42), (47).

I M P O R T A N C I A

En la actualidad, la Roya del cafeto es considerada mundialmente como la enfermedad más terrible y dañina, al grado de que en Asia y Africa ha ocasionado la destrucción de plantaciones enteras. En Ceylán el cultivo del cafeto fué destruído totalmente.

Esta enfermedad se ha presentado ya en México, lo que hace suponer una considerable preocupación por el alto riesgo que puede presentar a la cafeticultura de nuestro país y en general de América Latina, ya que es hoy por hoy, la fuente de subsistencia de millones de trabajadores, por consiguiente un ataque de ésta enfermedad constituiría un im--pacto que afectaría fuertemente la economía de un país.

Además, considerando que el café cumple con una impor--tantisima función social al absorber un alto porcentaje de mano de obra de la población económicamente activa que tra--baja su explotación, al verse destrozada esta actividad agri--cola por un ataque de roya, entonces se crearía una situa--ción de impredecibles efectos en el campo político, econo--mico y social.

El eventual establecimiento del patógeno en nuestro - continente se estima que causaría una pérdida mínima de diez mil millones de pesos durante el primer año de inci--dencia.

R E S U M E N

La presente investigación menciona inicialmente la importancia económica que para México constituye el cultivo del café, su distribución, así como las condiciones óptimas para su desarrollo como son el suelo, el clima y las enfermedades en general.

La enfermedad que se discute es de suma importancia a nivel mundial, (Roya del Cafeto), de la cual describimos su agente causal, ciclo biológico, tomando en cuenta los parámetros óptimos para su establecimiento, reproducción y diseminación.

Además se mencionaron los métodos de control de la enfermedad más utilizados en la actualidad, tanto químicos como biológicos, así como la forma de prevenir las plantaciones de un posible ataque.

Siendo importante para nosotros escoger un método tal que sea capaz de solucionar este problema en un tiempo corto, que tenga un bajo costo, que se pueda adquirir en el país y sobre todo que su aplicación no altere las condiciones ecológicas. Para lo cual se necesita ahondar mas en las investigaciones en el campo, tanto de control químico y aún más del control biológico.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- 1).- BOLETIN BIBLIOGRAFICO-INFORMATIVO
PUBLICACION BIMESTRAL DEL CENTRO DE
INFORMACION CAFETALERO Y BIBLIOTECA
" MATIAS ROMERO "
Sept.-Oct. de 1984, Vol.VII;núm 5

- 2).- BOLETIN TECNICO DE CAFE
XALAPA, VER., AÑO 2 ; No. 21
ABRIL DE 1983

- 3).- EL CAFE EN MEXICO
CONSEJO NACIONAL DEL CAFE.
Pag. 15 - 35 ; 117-126
México 1955.

- 4).- ECONOTECNIA AGRICOLA
CONSUMOS APARENTES AGROPECUARIOS PARA
LOS AÑOS 1925 - 1976
Septiembre de 1977;Vol. I; No.9
México.

- 5).- BOLETIN MENSUAL DE INFORMACION ECONOMICA
S.P.P. COORDINACION GENERAL DE SIST. NACIONAL
DE INFORMACION.
México, Septbre.1979; Vol.III; No. 2

- 6).- BOLETIN MENSUAL DE INFORMACION ECONOMICA
S.P.P. COORDINACION GENERAL DE SIST. NACIONAL
DE INFORMACION.
México; Febrero 1978; Vol. II; No. 2

- 7).- ANUARIO ESTADISTICO DE COMERCIO EXTERIOR DE
LOS E.U. MEXICANOS.
S.P.P. COORDINACION GENERAL DEL SIST. NACIONAL
DE INFORMACION.
México, 1969 - 1979

- 8).- BREVE ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL SECTOR
AGROPECUARIO NACIONAL Y ALGUNAS CONSIDERACIONES
SOBRE EL MERCADO INTERNACIONAL (1960 - 1978).
S.A.R.H. Dirección General de Economía Agrícola
Subdirección de Agricultura y Operación
ENERO DE 1980 ; 1 (III).

- 9).- PLAN NACIONAL DE POLITICA CAFETERA DE MEXICO
IMECAFE
1970 - 1973

- 10).- ECONOTECNIA AGRICOLA (S.A.R.H. D.G.E.A.).
1 9 8 3

- 11).- INFORME DE LABORES.
I M E C A F E
1 9 7 5

- 12).- DATOS PROPORCIONADOS EN FORMA PERSONAL EN LA
S. A. R. H.
Dirección General de Economía Agrícola.

- 13).- SISTEMA DE COMERCIALIZACION PARA LA COSECHA
I M E C A F E (Pags. 20 - 25)
1977 - 1978

- 14).- INFORMACION AGROPECUARIA Y FORESTAL
S.A.R.H. D.G.E.A.
(1980 - 1983)

- 15).- BOLETIN INFORMATIVO
FIRA
No. 140; Vol. XIV; Junio de 1983

- 16).- ESTUDIO MUNDIAL DEL CAFE
F A O .
1969

- 17).- LE CAFEIER
R. COSTE
TECHNIQUES AGRICOLES ET PRODUCTIONS TROPICALES
Pags. 107-137 Edit. Blume
Paris 1968.
- 18).- JAIME NOSTI NAVA
CACAO - CAFE - TE.
Pags. 375-546
Edit. Salvat.
1 9 5 3
- 19).- PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CAFETO EN MEXICO
Consejo Nacional del Café.
pags 9-61
México 1958
- 20).- R.W. RAYNER
MICOLOGIA, HISTORIA Y BIOLOGIA DE LA ROYA DEL
CAFETO.
Dirección General del Café y Cacao del Ministerio
de la Agricultura .
La Habana, Cuba.
Junio de 1975.
- 21).- ANOTACIONES SOBRE LA BIOLOGIA DE LOS DIFERENTES
TIPOS DE ROYAS
LIC. JOSE DIONISIO VELASCO
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR , FACULTAD DE CIENCIAS
Y HUMANIDADES.
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA, Edit. Universitaria
1 9 7 9
- 22).- LA ROYA O HERRUMBE DEL CAFETO
Ministerio de Agricultura
DIGESA
Guatemala 1972
- 23).- LA ROYA O HERRUMBE DEL CAFETO
Rama de Divulgación.
Ministerio de Agricultura.
DIGESA. Dirección de Investigación Agrícola
Guatemala 1972.
- 24).- ROYA DEL CAFETO
SARH. INMECAFE. S.C.

- 25).- AURELIO LLANO
THE ORANGE COFFEE RUST IN NICARAGUA
Plant. Dist. Repr. 61 (12);pags.999-1002
1 9 7 7
- 26).- JOHN NUTMAN
THE CONTROL OF DISEASES OF COFFEE IN KENYA
World Corps.Dic; pags. 407-411
1 9 6 2
- 27).- B.N. MUTHAPPA AND K. NIRMALA KUMARI
COMPARATIVE EFICACY OF FOUR FUNGICIDES FOR CONTROL
OF COFFE RUST IN SOUTH INDIA.
Plant. Dis. Repr. 60,(10) pags., 879-883
1 9 7 6
- 28).- J. LEGUIZAMON C.,R. LOTODE, D. BLEYSSE,
R.A. MÜLLER.
CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA RESISTENCIA PARCIAL
DEL CAFETO A H.vastatrix Berk & Br.
I I C A PROMECAFE
- 29).- C.J. RODRIGUES JR. AND EMILIA F. MADEIROS
RELATIONSHIP A PHYTOALEXIN - LIKE RESPONSE IN
COFFE LEAVES (Coffea arábica l.) AND COMPABILITY
WITH Hemileia vastatrix BERK & BR.
Physiological plant pathology. 6, pags. 35 -41
1 9 7 5
- 30).- I.D. FIRMAN
DETERMINAÇÃO DO DEPOSITO DE COBRE SOBRE AS SUPER
FICIES DAS FOLHAS DE CAFE EM EXPERIMENTOS NO CAM
PO PARA CONTROLE DA "FERRUGEM".
O Biológico ; 38, pags. 124-126
1 9 7 2
- 31).- MINISTERIO DA INDUSTRIA E DO COMERCIO.
Instituto Brasileiro do café .
IBC - GERCA .
Como controlar a ferrugem do café
Nov. 1971.
- 32).- MINISTERIO DA INDUSTRIA E DO COMERCIO.
Instituto Brasileiro do café. GERCA .
6º Congresso Brasileiro do pesquisas cafeiras .
Resumos.
Sao Pablo 1978.

- 33.- MINISTERIO DA INDUSTRIA E DO COMERCIO .
Instituto Brasileiro do café. GERCA .
"Estudos e observacoes em regiones da Africa
e sugestoes á cafeicultura do Brasil ".
pag. 21-176.
Janeiro 1971.
- 34.- S.K. MULINGE; CELIA J. BAKER AND J.L. PEREIRA.
Effects of pyracarbolid on coffe leaf rust
in Kenya.
Phytopathology 64 : 147-149 .
1 9 7 4
- 35.- Boletín Técnico de café.
Año 2 ; No.17 .
Xalapa Veracruz.
1 9 8 2
- 36.- G.A. FILANI
Laboratory evaluation of chemicals for the control
of H.vastatrix leaf rust of coffee in Nigeria.
Plant.Dis.Reptr. 63 (10) :844-847. Octubre.
1 9 7 9
- 37.- W.M.ACOSTA
Relacao entre grau de resistencia a H.vastatrix e
productividade no café ICATU.
Bragantia : 37 (1) :1-9
1 9 7 8
- 38.- IVAN JOSE ANTUNES RIBEIRO
Afeito de alta temperatura no desenvolvimento
de H.vastatrix em cafeeiro susceptivel.
Bragantia : 37 (2) ;11-16.
1 9 7 8
- 39.- MASSAE KUDAMATSU ; J.B.ALMEIDA ; D.A.OLIVEIRA
Determinacao quantitativa de cobre absorvido pelas
folhas de cafeeiro tratado com oxiclureto de cobre .
Arq.Inst.Biol.Sao Pablo, 45 (d) :303-312.
1 9 7 8

- 40).- MASSAE KUDAMATSU, MARLY VICENTE, MARILY h.GRILL
E D.A. OLIVEIRA.
Crecimiento de plantas de café em presença de
alguns fungicidas.
II.- Plantas infectadas pela ferrugem (H.vastatrix Berk et Br.)
Arq. Inst. Biol. Sao Paulo, 45 (2); pags.53-60
1 9 7 8
- 41).- P.R. MARIOTTO; P. FIGUEIREDO
Estudos sobre o controle químico da ferrugem do
cafeeiro (H. vastatrix Berk et Br.) e sus efei-
tos na producao nas condicoes do estado de Sao
Paulo.
Biológico; Sao Paulo; 45(9/10); 165-174
1 9 7 9
- 42).- ¿ ESTAMOS PRENIDOS CONTRA LA ROYA DEL CAFETO?
FOLLETO S.A.R.H.
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
- 43).- HARRY J.LITTLEFIELD
Flax rust resistance induced by prior inocula-
tion with an avirulent race of Melampsora lini.
Phytopathology; Sept (59); 1323-1327
1 9 6 9
- 44).- RECOMENDACOES PARA CONTROLE DE FERRUGEM DO CA-
FEIRO (FOLLETO)
Ministerio do industria e do comercio
Inst. brasilerio do cafe Gerca
Agosto de 1973.
- 45).- J.HARR AND GUGGENHEIM
Contributions to the biology of H.vastatrix
I.-SEM - Investigations on germination and infec-
tion of H. vastatrix, phytopathology;z;(92);
pags. 70-75
1 9 7 8
- 46).- ELEMENTOS FUNDAMENTALES PARA CONSIDERAR UNA ENFER-
MEDAD Y SU PATOGENO DE PRIMORDIAL IMPORTANCIA ECO-
NOMICA.EL CASO DE LA ROYA DEL CAFETO POR S.D.S.
Clara Esquivel Huesca.
Dirección General de Sanidad Vegetal.
México, D.F. 1980.

- 47).- R.GUGGENHEIM AND J. HARR
II.-SEM.-Investigaciones on sporulation of Hemileia vastatrix on leaf surfaces of Coffea arabica.
Phytopathology Z ; (92), pags. 97 -101.
1 9 7 8
- 48).- RUBENS R.A. LORDELLO, IVAN J.A. RIBEIRO, ADHAIR RICCI JR.
Efeito de nematicidas sistemicos contra a ferrugem do cafeiro (H.vastatrix Berk & Br.)
- 49).- ATLAS CAFETALERO
I M E C A F E
1969
- 50).- "LAS PLAGAS DEL CAFE"
Le pelle y R.
Barcelona, labes (1973)
- 51).- BOTANICA
Weir-Stocking-Barbour
5a. Edición
Edit. Limusa
1 9 7 9
- 52).- PRINCIPIOS DE GENETICA
Eldon J. Gardner
5a. Edición
Edit. Limusa
1 9 7 9