

106  
*Melstina*  
1102  
SM-10  
C2  
Publicación Miscelánea No. 106

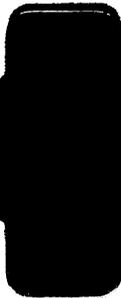
**IMPACTO ECONOMICO  
DE LA ROYA DEL CAFETO  
EN AMERICA LATINA**

**EUGENIO SCHIEBER**

IICA  
PM-106  
c.2

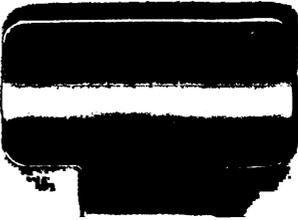
Convenio IICA/ZN-ROCAP

Guatemala, noviembre de 1973

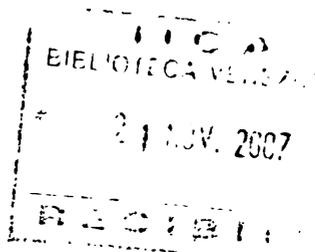


Traducido por  
**Ing. Fernando Rulfo V.** de

*Reprinted from*  
**ANNUAL REVIEW OF PHYTOPATHOLOGY**  
*Vol. 10, 1972*  
*Copyright 1972. All rights reserved*



**IMPACTO ECONOMICO  
DE LA ROYA DEL CAFETO  
EN AMERICA LATINA**



**EUGENIO SCHIEBER**

**Guatemala, noviembre de 1973**

00000255

~~001218~~

## PROLOGO

El IICA se ha preocupado del peligro de la introducción de la roya del cafeto en América desde los primeros años del inicio de los trabajos sobre este cultivo en Turrialba, Costa Rica. Esto dio lugar a la introducción de un gran número de tipos de cafetos que ofrecen distintos grados de resistencia a las varias razas del agente causal, *Hemileia vastatrix*.

Después del descubrimiento de la presencia de la enfermedad en Bahía, Brasil, centenares de semillas de estos tipos fueron suministradas a casi todos los países productores de café del Continente Americano. Se reconoció al mismo tiempo la urgencia de llevar a cabo un programa de información, considerando la escasez de buenas publicaciones en español sobre el tema. Desde 1970 la Biblioteca y Servicio de Documentación del IICA publicó una bibliografía de más de 1200 citas sobre las royas del cafeto. Una nueva edición ampliada está en preparación.

Hace pocos meses se publicó una monografía titulada "Micología, historia y biología de la roya del cafeto", escrita por un científico de gran experiencia en la materia, señor R. W. Rayner.

Gracias al Convenio IICA/ZN-ROCAP y a la autorización de "Annual Review Inc." de Estados Unidos de Norteamérica, tengo ahora el honor de presentar la traducción del trabajo del Dr. Eugenio Schieber ya publicado en inglés como un capítulo del libro "Annual Review of Phytopathology" (1972).

Este trabajo no duplica la monografía de Rayner; por lo contrario, la amplía. La monografía en cuestión no incluye los aspectos de combate de la enfermedad. Además, por haber sido escrita con anterioridad, no relata los recientes hallazgos hechos en Brasil sobre la enfermedad, desde su descubrimiento en aquel país.

La publicación del Dr. Schieber, a pesar de su título, cubre un campo más amplio que estrictamente el impacto económico de la roya del cafeto en América Latina. Se encuentran informaciones sobre la diseminación de la roya en Brasil y estudios ecológicos hechos en el país que son de gran valor, tanto como los datos sobre estudios de métodos de combate.

El impacto económico de la enfermedad es un problema que debe preocupar mucho a las oficinas nacionales de planificación de los países en que el café ocupa un importante lugar en la producción agrícola. Este tipo de conocimiento debería ayudar a tomar las decisiones necesarias sobre las partidas presupuestarias que deben dedicarse a programas para impedir la introducción de la enfermedad y la prevención para su combate en caso de su introducción eventual, dando gran importancia a la propagación de tipos resistentes.

El Dr. Schieber está sumamente calificado para escribir un trabajo de esta índole. El ha sido durante muchos años Jefe del Departamento de Fitopatología del Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala; en este puesto ha llevado a cabo importantes investigaciones sobre enfermedades y nemátodos que atacan al café. También es autor de numerosos artículos sobre el tema. Su trabajo de disertación en la Universidad de Wisconsin, para obtener su título de "Ph. D.", versó sobre royas tropicales del maíz, por lo que es conocido en el mundo como un especialista en "royas". Su interés en el problema de la roya del cafeto data desde su primer visita en 1958 al Centro sobre las Royas del Café en Oeiras, Portugal. Desde 1970 se convirtió en un verdadero peregrino de la roya del cafeto, viajando a Brasil, a cuatro países de Africa y a la mayoría de los países cafetaleros del mundo para hacer estudios al respecto. Ha publicado sus observaciones comparativas sobre la roya del cafeto en Brasil y Kenia y como lo demuestra el presente trabajo, ha seguido de cerca las investigaciones llevadas a cabo en Brasil sobre *Hemileia*, desde su descubrimiento en Bahía.

No tenemos duda que esta publicación será de gran provecho para todos los que están preocupados por el avance la roya en América.

**PIERRE G. SYLVAIN**  
Horticultor "Emeritus"  
IICA-CTEI  
Turrialba, Costa Rica

# IMPACTO ECONOMICO DE LA ROYA DEL CAFETO EN AMERICA LATINA

Eugenio Schieber<sup>1</sup>

## INTRODUCCION

La roya o herrumbre constituye la enfermedad más importante del café en el mundo. Los países latinoamericanos han estado preocupados por el descubrimiento de la roya del café en América del Sur —el cual se realizó cerca de Itabuna, Bahía, en Brasil, en enero de 1970— debido a que todas las variedades y selecciones de café (*Coffea arabica* L.) bajo cultivo en el Hemisferio Occidental son susceptibles a esta enfermedad, provocada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. Es una herrumbre típica que afecta las hojas y causa defoliación, lo que a su vez debilita la planta y reduce el rendimiento. Hace un siglo, sin los medios adecuados para combatirla, fueron devastadas plantaciones enteras por esta enfermedad en Ceylán.

La roya se descubrió a principios de 1970 en los estados productores de café en el norte de Brasil, Bahía, Espírito Santo y parte de Minas Gerais, en varios cultivares de *Coffea arabica* (22, 33, 34, 63, 66, 81, 82) y en 1971 en Sao Paulo y Paraná, siendo éstos los estados productores más importantes de café en el Brasil.

El descubrimiento de la roya en América del Sur causó la movilización inmediata de científicos en los trópicos americanos y actualmente se están llevando a cabo, en forma dinámica y fluida, investigaciones sobre la enfermedad. Brasil está produciendo cuantiosa información nueva, que será prontamente publicada (62).

Este artículo trata principalmente sobre la enfermedad, como ocurre actualmente en América del Sur, poniendo énfasis en los estudios más recientes en relación con la diseminación del patógeno, la influencia del ambiente, posibilidades de combate, y el efecto sobre la economía de América Latina. No pretende ser una revisión completa de literatura sobre la roya del café y no incluye mucha de la información anterior (20, 71) obtenida a través de décadas de estudio de la enfermedad y el hongo patógeno en Asia, Africa y Portugal.

## Ceýlán hace 100 años

Debido a que la planta de café (*Coffea arabica*) es originaria de Etiopía, se cree que la herrumbre se originó en las montañas de este país africano y en Uganda (83); en el noroeste de Africa ya poseía nombres locales. Un explorador inglés descubrió la enfermedad en 1861 en la región del lago Victoria en Africa Oriental, afectando al café silvestre. Esta enfermedad fue encontrada en Ceýlán en 1869, en la India en 1870, en Sumatra en 1876, en Java en 1878 y en las Filipinas en 1889. En 1913 cruzó desde Kenya al Congo, donde fue encontrada en 1918, extendiéndose hacia Africa Occidental, la Costa de Marfil (1954), Liberia (1955), Nigeria (1962-63) y Angola (1966) (20, 83).

En cuatro años devastó las plantaciones de café de Ceýlán, y en sólo 28 años paralizó todas las exportaciones de café de dicho país. Ceýlán entonces producía aproximadamente 42 millones de kilogramos de café anualmente, y la *Hemileia* redujo su producción a menos de 3 millones de kilogramos. Las 68787 hectáreas que Ceýlán tenía en 1866-68 fueron reducidas a 14170 en 1893-95. Entre los años 1869 y 1878, la producción de café mermó más del 75 por ciento y ya para 1890, casi toda el área cafetalera fue abandonada (20). Los cultivadores tornaron el cultivo de té y hule (*Hevea*) en lugar de café arábigo.

Durante esos años, científicos ingleses empezaron a estudiar la enfermedad. Berkeley & Broome (6) denominaron al patógeno *Hemileia vastatrix* en 1869. Marshal Ward, de 1880 a 1882, estudió en detalle la enfermedad en Ceýlán, incluyendo el ciclo biológico del hongo (75, 76). Dos royas o herrumbres atacan la planta de café: *Hemileia vastatrix* y *H. coffeicola*. De éstas, solamente *H. vastatrix* está ampliamente diseminada en el mundo.

Debe enfatizarse que en la época en que la industria cafetalera de Ceýlán fue destruida, no existían medios modernos para reducir los efectos de la roya, como los que actualmente se tienen.

## DESCUBRIMIENTO EN EL BRASIL

Varios fitopatólogos predijeron que la roya del cafeto cruzaría el Océano Atlántico e invadiría el Hemisferio Occidental (8, 25, 39, 55, 60, 64, 65, 77, 79). En 1953, Wellman (78) dijo que la historia nos ha demostrado que la enfermedad *Hemileia* no se mantuvo dentro de las fronteras de países o continentes. Debido a que la enfermedad es propagada en forma natural por el viento y tormentas, las plantas de café en el Hemisferio Occidental serían ciertamente afectadas en un futuro cercano.

En 1960, Rayner escribió: "La dispersión comparativamente reciente de la roya de la hoja en Africa Occidental, con el aumento inevitable del inóculo allí, presenta un peligro a las regiones cafetaleras del nuevo mundo, ya que sus uredosporas podrían ser transportadas desde Africa por las corrientes nororientales de viento" (55).<sup>1</sup>

El autor escribió en 1960 que aunque la roya del café todavía no ha invadido el continente americano, el peligro de su introducción y diseminación en las plantaciones de América Latina es inminente, y que con el reciente aumento en el tráfico aéreo internacional, las esporas de la enfermedad muy bien podrían cruzar las barreras oceánicas y sobrepasar cuarentenas establecidas (64). Riker, en 1964, llegó a proponer ciertas medidas de erradicación al ser descubierta (60).

Mayne (39) dijo en 1969: "La *Hemileia vastatrix* todavía constituye un problema y peligro. Es imposible creer que la inmunidad disfrutada por el Hemisferio Occidental pueda ser permanente."<sup>2</sup>

Gutiérrez y Bianchini (32) manifestaron en 1968, que con excepción de Puerto Rico, la roya no se ha establecido o encontrado en el Hemisferio Occidental. Ellos no sabían entonces que la herrumbre ya estaba allí bien establecida.

El 17 de enero de 1970, el fitopatólogo Arnaldo Medeiros se encontraba trabajando sobre una enfermedad del cacao en el municipio de Aurelino Leal, en Bahía, Brasil. Accidentalmente tocó algunas hojas de café afectadas con la roya, de plantas creciendo en el margen de una plantación de cacao, y así descubrió la roya (40). Poco después la identificación de la herrumbre fue confirmada por Robbs y Bitancourt del Brasil, y D'Oliveira de Portugal (34, 63, 66, 68). Wellman, Desrosiers y Schieber visitaron luego las áreas afectadas, en compañía de Sebastião del Brasil, y reportaron que la enfermedad se encontraba firmemente establecida en el continente americano (22, 63, 66, 80, 81).

## DISEMINACION DE LA ROYA EN EL BRASIL

Ha existido cierta controversia sobre la forma de diseminación de las uredosporas de *H. vastatrix*.

---

1 Rayner, R. W. 1960. Rust disease of coffee. II. Spread of the disease. World Crops, 12:222-24

2 Mayne, W. W. 1969. A century of coffee leaf disease, 1869-1969. Biologist 16:58-60

## Diseminación por el viento

Algunos científicos indicaron que la diseminación natural de la enfermedad era por medio del viento y tormentas (55, 66, 78). Rayner (55) especuló sobre la diseminación de la roya del cafeto de Africa a Ceylán, indicando: "Parece muy probable que fue llevada allí por el monzón suroeste, desde el Cabo de Africa"<sup>1</sup>

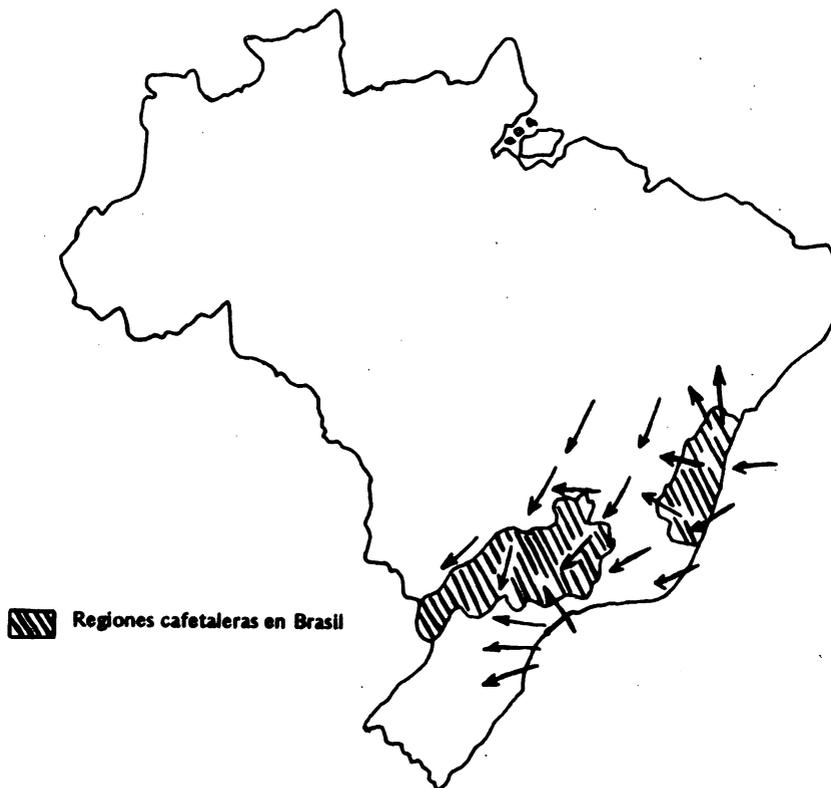


Figura 1. *Movimiento aéreo durante el mes de enero en Brasil.*

<sup>1</sup> Rayner, R. W. 1960. Rust disease of coffee. II. Spread of the disease. *World Crops*, 12:222-24

El pensó que la diseminación comparativamente reciente de la roya de la hoja en Africa Occidental, con el aumento inevitable del inóculo, presentaba un peligro para las regiones cafetaleras del nuevo mundo, ya que las uredosporas de *H. vastatrix* pueden ser llevadas desde Africa por los vientos del noroeste.

Schieber sugirió en 1970, que el viento jugaba un importante papel en la rápida diseminación de la herrumbre en el Brasil, aunque no se sabía con qué facilidad y a qué distancias el viento diseminaba las uredosporas de *H. vastatrix* (Fig. 1, 5). También escribió: "En Brasil ... las corrientes de aire en la región afectada eran de norte a sur, y se estima que es en esta dirección que se ha diseminado la *Hemileia*....." (66).<sup>1</sup>

Más tarde, el mismo año (1970), investigaciones efectuadas por el Departamento Nacional de Meteorología del Brasil (5), indicaron que durante enero (Fig. 1) las corrientes de aire pudieron llevar las uredosporas hacia los estados de Sao Paulo y Paraná, entonces todavía libres de la roya. Es interesante notar que la *Hemileia* fue encontrada en el estado de São Paulo durante enero de 1971, como era de esperarse por la dirección prevaleciente de los vientos.

A principios de 1971, se efectuaron pruebas de trampeo en Brasil, utilizando una avioneta (35). El Instituto Brasileiro do Café (IBC), en colaboración con el Instituto Biológico de São Paulo y la Escuela Superior de Agronomía de Labras, efectuó vuelos a 50, 100, 250, 500, 1000 y 1500 metros de altura, utilizando portaobjetos con vaselina solida y con aspersión (spray) de silicona. Estas pruebas revelaron uredosporas de *H. vastatrix* hasta 1000 metros de altura. Se atraparon a una distancia de 150 kilómetros de un área afectada en Jabotical, Sao Paulo. Este estudio indicó una correlación positiva entre el número de esporas atrapadas y la proximidad a las áreas afectadas. Un mayor porcentaje de germinación de las uredosporas se obtuvo en las esporas atrapadas en el rociado de silicona, que en los portaobjetos con vaselina (35).

Martínez (comunicación personal), recientemente encontró uredosporas a alturas elevadas sobre el estado de Paraná (aún libre de la roya) mientras la *Hemileia* se extendía rápidamente a través del estado de São Paulo.

Investigaciones llevadas a cabo por el Departamento Nacional de Meteorología del Brasil en 1970, indicaron la posibilidad de que esporas de *Hemileia*

---

1

Schieber, E. 1970. Viaje al Brasil y el Africa para estudiar y observar el problema de la herrumbre del café. Rept. Org. Int. Reg. San. Agr. 109 p.

pudieran haber sido llevadas por corrientes de aire a través del Océano Atlántico, desde el Africa hasta Brasil (7000 km) por medio de los vientos alisios (5). La circulación del aire sobre el Atlántico, a lo largo de la costa africana, podría llevar esporas originadas en áreas al sur de los 20<sup>os</sup> (Fig. 2). Al norte los vientos convergen hacia el Continente Africano. Se estimó que, con los 20<sup>os</sup> corrientes de viento con velocidades de 20 km por hora, las esporas necesitarían de 15 días para llegar a la Costa Atlántica del Brasil. Recientemente Bowden et al sugirieron que corrientes de vientos alisios pudieron haber traído esporas de *Hemileia* a través del Atlántico, desde Angola a Bahía Brasil en 5 a 7 días (12).

Estudios por Chaves y sus colaboradores en Viçosa, Brasil, darán prontamente información sobre el período de viabilidad de las uredosporas (19).

Es sabido ahora que *H. vastatrix* es realmente llevada por el viento, y que la roya se ha extendido a través del extenso estado de São Paulo, en una forma irregular durante un período de 10 meses en 1971. Esto sugiere que es llevada por el viento, al igual que las royas de los cereales.

En la misma forma que la roya "*Puccinia polysora*, ahora reportada para Hawaii, ha circundado el mundo entero, extendiéndose de oeste a este, durante el presente siglo" (70).<sup>1</sup>

### Diseminación por agua de lluvia

Investigadores en Africa Oriental informaron que las uredosporas pueden ser dispersadas por el agua a distancias cortas (15, 46, 47, 49).

Las uredosporas de la roya tienen que alcanzar los estomas situados en la superficie inferior de la hoja para infectarla. Rayner (55, 57, 58) estudió la mojadura del envés de las hojas del cafeto. Encontró que aunque algunas mojaduras resultaban de gotas de lluvia que caían directamente sobre la superficie del envés de las hojas del café al ser movidas por vientos turbulentos, "la mayoría de las mojaduras fueron por gotas de lluvia que rebotaban de las superficies superiores de las hojas localizadas más abajo; y...estas salpicaduras pueden llevar consigo esporas depositadas sobre las superficies." Bock (9) encontró que las salpicaduras de lluvia dispersan las uredosporas en proporción directa a la cantidad y la intensidad de las lluvias.

---

<sup>1</sup> Schieber, E., Laemmlen, F., Martínez, A. 1971. *Puccinia polysora* rust on corn, established in Hawaii. *Phytopathology* 62: In press

Nutman y Roberts (48, 49) tomaron fotografías de alta velocidad con flash, de gotas de lluvia cayendo sobre las hojas de café. Ellos encontraron que, cuando la gota de lluvia toca la superficie de la hoja de café, la gota se fragmenta y se dispersa por varias pulgadas en todas direcciones. Algunas de las gotitas diminutas fueron interceptadas por el envés de hojas vecinas. Cuando fueron pequeñas gotitas de agua, delicadamente depositadas sobre la superficie de una pústula; ésta soltó inmediatamente las esporas de su adhesión mutua, y flotaron a la superficie de la gota.

#### Diseminación por plantitas infectadas

Butler (17) indicó que el patógeno puede ser llevado por material vegetativo, y que su introducción en el Asia probablemente fue el resultado del movimiento de plantitas de café de una isla a otra, a través del Océano Indico. Schieber (66) también sugirió que la herrumbre llegó del Africa al Brasil en material vegetativo, tal como plantitas de café, o de cacao, funcionando estas últimas como vector. Esto fue reforzado por sugerencias de J.M.J. Sebastião (comunicación personal) y también con observaciones hechas en el Brasil, donde hasta plantitas en estado de mariposa (100 días de edad) tenían pústulas de *H. vastatrix*. Nutman y Roberts (49) indicaron que: "existe mucho más movimiento de material vegetativo entre países y dentro de los países, de lo que generalmente se cree."

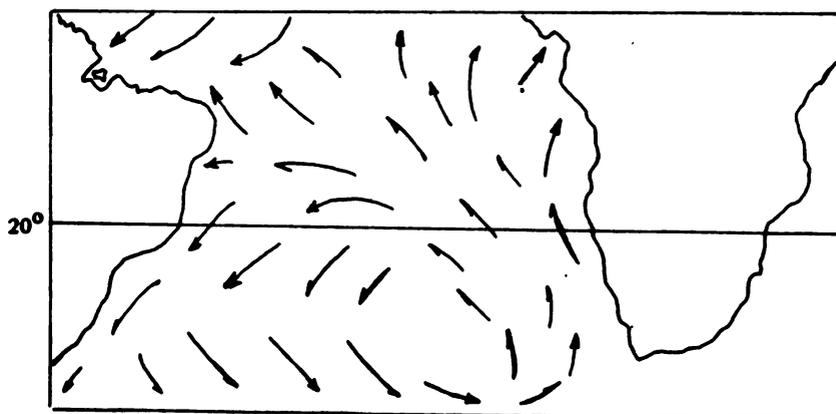


Figura 2. Superficie de la circulación aérea entre Africa y Brasil.

## Diseminación por insectos

Crowe (21) reportó que dos especies de Hymenoptera eran vectores de *H. vastatrix* en Africa Oriental. El IBC reportó en 1970. evidencia de la diseminación por insectos, sugiriendo que algunos insectos, como la abeja de miel, pudiesen llevar uredosporas. Amante et al (1) encontraron que uredosporas de *H. vastatrix* se adherían al cuerpo de *Drosophila sp.* en la región cafetalera de Franca en São Paulo. Este insecto, al igual que el *Anastrepha sp.* y la *Ceratitis sp.* son encontradas especialmente durante la época de maduración de los frutos de café. Otro posible vector es el minador de la hoja del cafeto (*Perileucoptera coffeella*).

## Diseminación por el hombre

Con los viajes en jet de hoy día, los visitantes de otros países pueden llevar uredosporas viables de la herrumbre (49, 66). Un informe que apareció en "Nature" (4) asumió que la roya fue introducida en el Brasil por el hombre.

## COMO OCURRE LA DEFOLIACION

La roya del café es típicamente una enfermedad de la hoja, aunque pueden encontrarse pústulas algunas veces en los frutos. Las uredopústulas que se desarrollan en 3-4 semanas (dependiendo de las condiciones climáticas) en el envés de las hojas (Fig. 3) es la causa de la caída de las hojas. La naturaleza de defoliación no se ha estudiado a fondo. Nutman y Roberts (49) informaron que hasta una sola pústula puede causar la caída prematura de la hoja. Esta defoliación prematura debilita las plantas de café y afecta año con año la producción de madera necesaria para producir la futura cosecha (66, 68, 74). La roya del café usualmente no mata a la planta en América Latina, pero la debilita progresivamente, dando por resultado una severa defolicación. Las nuevas hojas son afectadas después de que las viejas se han caído (Fig. 4). La defoliación ocurre en áreas limitadas dentro de la plantación y no afecta a todas las plantas al mismo tiempo.

La herrumbre del café es similar a la enfermedad conocida como "ojo de gallo" causada por *Mycena citricolor*, pero la defoliación causada por *Hemileia* ocurre en una forma más espectacular (Fig. 4).



Figura 3. *Uredopústulas* que se desarrollan sobre la superficie de las hojas y causan su caída.

Observaciones recientes efectuadas por el autor (69) en Tres Pontas, Minas Gerais, indican que áreas definidas de infección dentro de la plantación se deben al microclima y a la topografía del terreno, así como a la posición de las plantas y su orientación respecto a los rayos solares. La severidad del herrumbre es diferente en la parte orientada al este, de la oeste, en la planta del café. Los arbustos de café a lo largo de caminos o márgenes de la plantación mostraron menos defoliación. Además, existe una relación entre la aereación en las filas de cafetos y su defoliación.

Lo que debe enfatizarse es que la *Hemileia* se observa en pequeñas áreas bien definidas dentro de la plantación, debido a la microecología y topografía (69).



**Figura 4.** *Defoliación causada por el progreso de la roya hacia arriba desde las primeras ramas.*

### **ESTUDIOS ECOLOGICOS EN EL BRASIL**

Bock (10) estudió la íntima relación entre las condiciones climáticas de las regiones observadas en el este de Africa y la intensidad del desarrollo de la roya. La enfermedad es más severa en las regiones húmedas y calurosas al oeste

del Valle Rift en Kenya, que en las regiones secas y más frescas al este del Valle Downson observó en 1921 que la severidad de la roya disminuía en las mayores altitudes y Bock (10) también demostró que, a 1830 metros de altitud, en Kenya, con una precipitación pluvial de 830 milímetros, la roya del café no era de importancia económica. Según Bock, esto es debido al efecto de temperaturas más bajas que afectan el desarrollo de la enfermedad. También manifestó que cuando la temperatura no es un factor limitante, la severidad de la enfermedad depende, primero de la distribución y la intensidad de la lluvia, seguido por el número de esporas del patógeno en el follaje, y finalmente del grado de defoliación.

Brown y Coheme (13) reportaron que el desarrollo de la enfermedad es siempre localizado y su dispersión relativamente lenta. Debido a esto, su control es determinado por el desarrollo de la enfermedad en relación a las condiciones climáticas. Esto también fue observado por el autor (67, 69) en Tres Pontas, Minas Gerais, Brasil.

La relación entre las condiciones climáticas y el desarrollo de la roya y su severidad debieran ser consideradas a niveles de plantación. Es por esto que el autor ha comparado el desarrollo de la roya del café en las plantaciones, con la enfermedad "Ojo de Gallo", causada por *Mycena citricolor* (66, 68, 69).

Investigadores del Departamento Nacional de Meteorología en Brasil (5) han comparado los climas de Kitale y Kiambu en Kenya, con Londrina en Paraná, Brasil (Fig. 6). En las dos regiones africanas, el desarrollo de la enfermedad es leve, debido a la baja temperatura (10). Los investigadores del Brasil querían anticipar el desarrollo de la enfermedad y su severidad, de acuerdo con las condiciones climáticas, si la roya se establecía en Londrina, Paraná. Un estudio similar, realizado por Páez (52) para predecir la incidencia de la roya del café en Costa Rica, actualmente libre de la roya, indicaba que debían hacerse investigaciones para detectar la roya en el país, durante períodos de altas temperaturas y en época lluviosa.

Los estudios ecológicos en Brasil y en el resto de Latinoamérica revisten importancia para investigar en dónde sería más severa y devastadora la herrumbre. También servirían de base para introducir variedades resistentes, mientras que las variedades susceptibles podrían usarse en regiones donde no se desarrolla la enfermedad. Tales estudios también darían una idea de cómo se desarrollaría la enfermedad en otros países del Hemisferio Occidental.

En Brasil se han empezado a determinar las áreas adecuadas para la siembra del café, cuyas condiciones no favorezcan el desarrollo de la roya. En la



Figura 5. *Uredosporas de la Roya del Café.* (Fotografía cortesía del Coffee Rust Research Center, Portugal).

determinación del período de incubación, estos estudios se basan en la ecuación de Rayner:  $Y = 90,61 - 0,408 X_1 - 0,440 X_2$  que es una estimación espurulación en 50 por ciento de las lesiones. Rayner desarrolló esta ecuación de regresión, relacionando  $X_1$  (temperatura media máxima en °F) y  $X_2$  (temperatura mínima en °F) a Y (período de incubación estimado en días). Matiello determinó que todas las áreas en Brasil, arriba de 700 metros de altitud no son atacadas severamente por la roya (38).

Es necesario determinar la influencia que ejerce la sombra en el cultivo del café en cuanto al establecimiento, desarrollo y severidad de la roya. Los países cafetaleros en América Latina, desde Colombia en América del Sur hasta México, cultivan el café bajo condiciones de sombra. Puesto que en Kenya cultivan el café sin sombra, al igual que lo hacen en Brasil, no existen estudios de Africa Oriental, con relación a los efectos del café en sombra, punto muy importante en el Hemisferio Occidental.

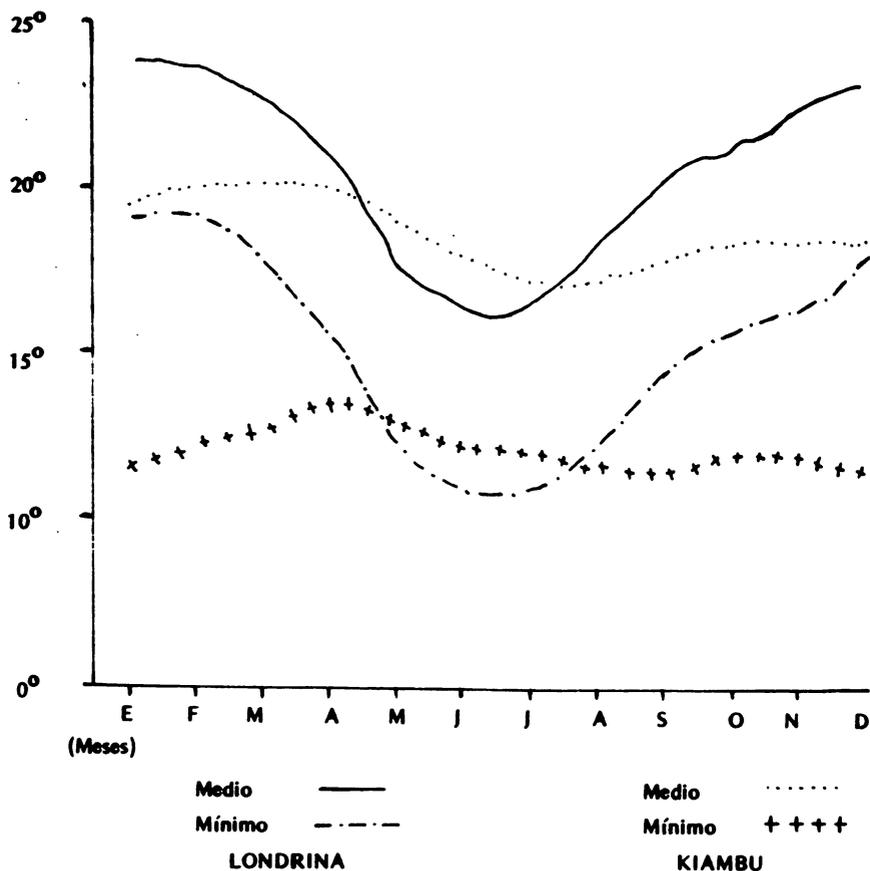


Figura 6. Temperaturas Media y Mínima (C°) en regiones cafetaleras de Kenya (Kiambu) y Paraná, Brasil (Londrina). Del Departamento Meteorológico Nacional, Brasil; (Referencia No. 5)

### FUNGICIDAS CONTRA LA ROYA

En Kenyase cultivan variedades de café, desarrolladas de *Coffea arabica* L. y se han llevado a cabo estudios intensivos sobre el uso de fungicidas contra el *H. vastatrix*. Aunque se identificó la roya en Kenya, desde 1912, no fue sino hasta 1921 cuando el uso de fungicidas contra la misma, fue estudiado; a pesar de que la mezcla Bordeaux se usó desde 1917 contra la herrumbre en la India (3).

La mayoría de los estudios de Kenya se hicieron desde 1958 hasta 1965, investigando la naturaleza de los efectos del fungicida, la frecuencia y métodos de aplicación (1, 29, 30, 59, 73). Se descubrió que los fungicidas a base de cobre eran consistentemente superiores a otros en el control de la roya. Rayner (54, 59) demostró la acción protectora de los fungicidas a base de cobre, mediante la inhibición de la germinación de uredosporas.

Los científicos de Africa Occidental encontraron que había una relación directa entre el incremento de la enfermedad y la intensidad de la lluvia, siendo esto un factor de importancia al planear las medidas de control. Para lograr un control efectivo de la herrumbre, es necesario que la aplicación del fungicida se haga a principios de la estación lluviosa.

Bock (11), 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 espaciamento 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 (5) enfatizó la importancia de la redistribución de los fungicidas de cobre por salpicadura de lluvia en las hojas superiores. Encontró que la eficacia de las aspersiones estaba relacionada con la cantidad de residuos de fungicida dejados en las hojas. Varios investigadores en Africa Oriental reportaron que 7 kilogramos de fungicida de cobre al 50 por ciento, por acre, en cualquier volumen de agua, da los mejores resultados. Wallis y Firman (73) encontraron que, para obtener un buen control de la herrumbre, se debe aplicar una aspersión a base de cobre, con un mínimo de 60 miligramos de cobre por metro cuadrado de superficie de follaje. Firman y Wallis (30) encontraron efectivas las aspersiones de bajo volumen, utilizando 50 miligramos de solución con 2-4 gramos de fungicida de cobre al 50 por ciento por árbol en Kenya, aplicándose éste con un aspersor portátil.

El uso de cobres en Kenya ha demostrado el "efecto tonificante" de este fungicida, dando por resultado el incremento del rendimiento en una proporción de 215-325 kilogramos por hectárea. Wallis y Rayner (72) también encontraron que las aspersiones de cobre aumentaban la densidad del follaje cuando se usaba para controlar la roya. Burdekin (14, 16), mediante la prueba de varios fungicidas, encontró que las sustancias químicas cúpricas daban más rendimiento que los fungicidas de zinc, que disminuían el número de pústulas y la caída de las hojas. Park y Burdekin (53) probaron la eficacia de los cobres en Tanzania, con resultados similares. Griffiths (31) 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 (44) informaron sobre un fuerte aumento en el rendimiento en las Filipinas con 5-10 aplicaciones anuales de fungicidas de cobre (Bordeaux y óxido cúprico); las sustancias orgánicas, tales como maneb, captan, ferbam y otras, proporcionaron un control inadecuado de la enfermedad.

Pruebas llevadas a cabo por el IBC en Santa Teresa, Espíritu Santo, demostraron que el zineb, el óxido cúprico y el Bordeaux daban los porcentajes más bajos de roya en las hojas (37). Se están llevando a cabo estudios para comparar los cobres y dithane y para probar nuevos fungicidas sistemáticos, bajo condiciones de laboratorio, invernadero y campo, en el Brasil (36, 37).

Se están usando aspersores portátiles comunes, aspersores mecanizados y equipo de aspersión adaptado a tractores, para controlar la roya en Africa Oriental. Aunque la aplicación aérea no controla adecuadamente la roya, se usa contra enfermedades del café en cereza en Africa Oriental (18, 66).

Diferentes tipos de equipo, incluyendo aquéllos para la aplicación aérea, están siendo estudiados en Brasil. La topografía del terreno y densidad de árboles entre y en las filas, están siendo estudiados en Brasil para obtener un control efectivo. Se establecen las plantaciones de café en Brasil, con una densidad alta de árboles, sin considerar el uso de fungicidas en el futuro. Habría que hacer una poda para el uso efectivo de sustancias químicas contra la *H. vastatrix* (18, 69).

Respecto al costo de aplicación de fungicidas, Nutman y Roberts (49) informaron que costó US\$810.000 en Kenya, para proteger 18750 hectáreas de café. Calcularon un reintegro de US\$2.910.000 por un aumento en el rendimiento de 240 kilogramos de café por hectárea.

Narasimhaswamy (43) calculó el costo de la aspersión en la India e informó que el costo del uso de fungicidas era de 10 por ciento del costo total, resultando en un aumento en el rendimiento de 98 por ciento.

Chaves et al (19) escribieron que en Brasil, "La adopción de programas de aspersión contra la roya del café dependía mucho de las condiciones de las fincas, el "saber" de los finqueros, y por supuesto, si son o no económicamente factibles las soluciones de aspersión."<sup>1</sup>

---

1

Chaves, G. M., Filho, J. da C., de Carvalho, M. G., Matsuoko, K., Coelho, D. T., Shimoya, C. 1970. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*, Berk & Br.) Revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. Selva 30 (Ed. Esp.): 1-75

Mesquita (41) llegó a la conclusión, por estudio de otras enfermedades del café en la Zona de Mata en Brasil (Minas Gerais), que los finqueros no pueden permitirse el lujo de un programa de aspersión del café, si los niveles de rendimiento son inferiores a 620-900 kilogramos por hectárea.

Camargo (18, 52) declaró que para poder usar fungicidas contra la roya en Brasil, la producción por hectárea tenía que aumentar para cubrir el costo de la aplicación del fungicida. Las plantaciones de café, con un promedio de 500 kilogramos de café procesado por hectárea, tienen un costo de producción alto, pero recientes trabajos en el Brasil han demostrado que su costo, incluyendo el uso de fertilizantes, fácilmente dobló el rendimiento.

Wallis (74) calculó un costo anual por hectárea de US\$67,00 por fungicidas y el costo de su aplicación, basado en experiencia obtenida en Africa Oriental y los precios de 1970 en el Brasil. Además, manifestó que si los finqueros en las áreas intermedias de riesgo llevaban a cabo un programa protector completo de aspersión, entonces el desembolso sería aproximadamente de US\$74 millones anualmente, lo que equivale a 9 por ciento del total de divisas adquiridas por medio de la exportación de café en Brasil en 1968/1969, pero por supuesto no todo el desembolso sería en moneda extranjera.

### CAMBIO A VARIEDADES RESISTENTES

La búsqueda de variedades resistentes ha sido llevada a cabo, principalmente por el internacionalmente conocido Coffee Rust Research Center en Oeiras, Portugal. El fitopatólogo D'Oliveira y sus colaboradores, desde que se estableció el Centro en 1955, han buscado fuentes de resistencia en el género *Coffea* hacia muchas razas de *H. vastatrix* (23-26, 45). También Rayner (56) y otros han llevado a cabo trabajos sobre resistencia en Africa Oriental.

La resistencia a la raza II se ha encontrado, por ejemplo en K7, SL-6 y KP 532. Firman y Hanger (28) ensayaron un número de variedades de café arábigo, bajo condiciones de campo, en lo que ellos llamaban pruebas de exposición a la roya de varias razas, sobre todo, la I y la II del *H. vastatrix* presente en Kenya. Estudiaron el comportamiento de las variedades SL-6 y K7, extensamente recomendado en Kenya, donde la roya es severa. La variedad K7, susceptible a la raza I, es resistente a la raza II de *H. vastatrix*, pero segregaba alrededor del 25 por ciento hacia la susceptibilidad a esta variedad. Resultados similares que no han sido publicados se obtuvieron en Brasil.

Orillo y Valdez (50) reportaron de las Filipinas, que algunas selecciones resistentes a segregados de café arábigo, produjeron hasta 19 por ciento de plantillas susceptibles.

Se cree que tomaría 10 años reponer una variedad susceptible, con otra que fuera resistente, en una región específica. Al igual que las enfermedades de la roya, afectan otras plantas cultivadas; el cultivo de la variedad resistente sería una tarea continua, puesto que pueden aparecer nuevas razas de patógeno en el futuro.

La resistencia vertical a la raza II del patógeno presente actualmente en el Hemisferio Occidental, es lo que necesita Brasil para un futuro inmediato; sin embargo, la resistencia horizontal (encontrada ya en plantas de *C. Arabica* en Angola y Brasil) sería deseable si es posible usarla (67). Brasil empezó a buscar resistencia en 1952 (Bettencourt y Carvalho 7). Carvalho también estudió la resistencia hacia la raza II del patógeno presente ahora en América del Sur. Brasil ha empezado pruebas de adaptación en Caratinga, Minas Gerais; Venda Nova y Marilandia, Espírito Santo y Jaguaquara en Bahía (IBC, 1971). Estas regiones son todas ecológicamente distintas.

Varios países latinoamericanos, productores de café, introdujeron de inmediato materiales resistentes de Portugal y África. La meta es encontrar la combinación ideal de resistencia, adaptación agronómica y buena calidad.

Ya que el café es cultivado en condiciones ecológicas diversas en los trópicos americanos, los estudios de adaptación serán de importancia primordial. Esto significa que el cambio a variedades resistentes sería un proceso lento, cuyo impacto se sentirá sólo después de varios años.

## ASPECTO ECONOMICO E IMPACTO

Se puede ver la importancia del café en América Latina por el Informe de Rockefeller de 1970, que decía: "Se ha calculado que la baja de un centavo por libra en el precio del café significa una pérdida de US\$55 millones en divisas para 14 países que producen café en el Hemisferio Occidental."<sup>1</sup>

Latinoamérica cultiva más café que África y Asia. La producción de café, su procesamiento y su mercadeo proporcionan empleo a millones de personas. Ya que varios países del Hemisferio Occidental dependen de la venta del café para obtener divisas (Cuadro 1), es comprensible la preocupación actual por la roya *Hemileia* en el Continente Americano.

---

<sup>1</sup> Rockefeller, N. La calidad de la vida en las Américas. Informe sobre América Latina, presentado por una Misión Presidencial de los Estados Unidos de América.

Como declaró Wallis (74), en relación a Brasil "Tiene que hacerse algún intento para anticiparse al impacto de la roya del cafeto sobre la producción del café. En cualquier país esto sería difícil y para un área tan enorme como lo es Brasil, es particularmente arriesgado."<sup>1</sup>

La declaración anterior es también aplicable al resto de América Latina, al extenderse la roya, pero algunos países experimentarán un efecto económico de distinta proporción. La enfermedad, tarde o temprano, se extenderá a través de todas las áreas cafetaleras de América Latina, y su impacto económico variará de un país al otro (27), como ocurre entre las regiones cafetaleras del norte de Brasil y las de São Paulo y Paraná en el sur.

Un aspecto económico a considerarse es el uso de fungicidas. En algunos países (Costa Rica, El Salvador y Guatemala) los finqueros saben cómo aplicar sustancias químicas para controlar algunas enfermedades importantes existentes del café, pero en otros tendrán que aprender a usar fungicidas en plantaciones de café.

Algunas áreas cafetaleras tendrán que cambiar su tipo de administración y la forma tradicional en que siembran café, sobre todo en relación al espaciamiento entre árboles, para poder usar fungicidas. Estos factores influirán sobre los resultados económicos de los cultivos de café en ciertas áreas. Wallis (74) consideró que el uso de fungicidas costaría US\$67,00 por hectárea anualmente; al precio que se recibe por el café en Brasil, esto equivaldría aproximadamente a tres sacos de 60 kilogramos por cada hectárea tratada.

Puede producirse que el impacto económico en el resto de América Latina será importante, puesto que todos los cultivares de café en América Latina son susceptibles a la raza II de roya, encontrada en Brasil. Se cree que tomaría 10 años reponer una variedad susceptible por una que fuera resistente a la enfermedad, debido al problema de adaptabilidad agronómica y cualitativa en las distintas regiones cafetaleras en los trópicos americanos.

Otro factor a considerarse, es la expansión de nuevas áreas cafetaleras para balancear la economía basada en la producción de café. En el caso del Brasil, Wallis (74) dijo: "que prácticamente todos los terrenos adecuados para la siembra del café en Brasil han sido usados al menos una vez para esta cosecha. La expansión hacia el sur está limitada por el riesgo de las heladas y tierra adentro, hacia el oeste, la poca confiabilidad de la lluvia lo convierte en un factor crítico.

---

<sup>1</sup> Wallis, J. A. N. 1970. Coffee leaf rust in South America. A Report to the International Coffee Organization. 49 p.

Hacia el norte, la falta de tierras fértiles, las temperaturas elevadas y ahora la roya del cafeto, limitan las posibilidades para la producción del café en forma económica.”<sup>1</sup>

Muyshondt (42) hizo un reciente análisis del posible impacto de la roya del cafeto en Centroamérica, Panamá y México. Dijo: “Tiene que comprenderse que la importancia de una pérdida económica causada por la roya, directamente sobre la actividad industrial del café, asimismo afectaría profundamente una depresión en las actividades del sistema bancario, a la industria, al comercio e instituciones de servicio; por consiguiente, afectando indirectamente a la clase trabajadora.”<sup>2</sup> Analizó las pérdidas directas e indirectas sobre la industria del café, utilizando datos del área latinoamericana, desde Panamá hasta México, aún libres de la roya. Considerando la producción total para el año 1968–69, de 11,0 millones de sacos de 60 kilogramos con un ingreso de US\$442 millones (calculados a US\$40,00/60 kg) y mano de obra de 155 millones de días/hombre, ha calculado los efectos de la roya en 5–30 por ciento sobre la producción (Cuadro 2).

Como dijo Muyshondt: “Las cifras presentadas en la Tabla 11 muestran que aún pérdidas del 5 por ciento, debidas a la roya, tendrían un impacto real negativo en el desarrollo económico y social de estos países, causando grandes disturbios de orden político interno en cada uno de los países de estas áreas aún libres de la roya en nuestro Hemisferio.”<sup>2</sup>

El efecto más positivo de la roya ha sido el principio de la investigación, para mejorar la tecnología del café en América Latina. Poco después de que se descubriera la roya en Itabuna, el Gobierno Brasileño asignó una cantidad de más de US\$8 millones para programas de estudio para combatir la enfermedad. Programas de investigación y extensión, relacionados con la tecnología cafetalera, han sido también reforzados en Colombia, Costa Rica y El Salvador.

---

<sup>1</sup> Wallis, J. A. N. 1970. Coffee leaf rust in South America. A Report to the International Coffee Organization. 49 p.

<sup>2</sup> Muyshondt, M. 1971. Posible impacto de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) en la economía de los países miembros del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). *Phytopathology* 62: 1

**Cuadro 1. Divisas provenientes de América Latina por las ventas de café en 1968 (datos del Depto. Agrícola de Estados Unidos).**

País	Porcentaje de todas las divisas
Colombia	67.7
El Salvador	42.7
Brasil	41.2
Haití	38.9
Guatemala	33.0
Costa Rica	31.4
Ecuador	17.9
Nicaragua	14.0
Honduras	12.6
República Dominicana	11.9
México	6.3

**Cuadro 2. Posible influencia de la roya del café en el área de Panamá a México (Muyshondt, 42)**

Porcentaje de daños causado por <i>Hemileia vastatrix</i>	Reducción en producción (bolsa 60 kg)	Reducción en ingresos (U.S. dólares)	Reducción en mano de obra (hombre/día)
5	550,000	22,100,000	7,750,000
10	1,100,000	44,200,000	15,500,000
15	1,650,000	66,300,000	23,250,000
20	2,200,000	88,400,000	31,000,000
25	2,750,000	110,500,000	38,750,000
30	3,300,000	132,600,000	46,500,000

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor está en deuda con el Dr. George A. Zentmyer, por sus consejos, sugerencias y revisión del manuscrito. Asimismo agradece a las siguientes personas, quienes le proporcionaron publicaciones recientes e información sobre el tema: Dr. José María Jorge Sebastiao, del Instituto Brasileiro do Café; Sr. Robert C. Moncure, de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos; Sr. Arnaldo G. Medeiros, del Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna, Brasil; Dr. J. A. N. Wallis, de la Organización Internacional del Café; Sr. William Davis, antiguo Agregado Agrícola en Nairobi, Kenya. También está endeudado con el Dr. Victoria Rossetti y el Dr. Karl M. Sibers Schmidt del Instituto Biológico de Sao Paulo, Brasil, por sus sugerencias en el manuscrito.



## BIBLIOGRAFIA

1. Amante E., Vulcano, M.A., Abrahao, J. 1971. Observações preliminares sobre a influencia da entomofauna na dispersao dos uredosporos da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). O. Biológico, 37:102-05
2. Amaral, M., Beduim, C. D. 1970. A ferrugem alaranjada do cafeeiro. *Equipe Técnica de Defesa Sanitaria Vegetal*. Ministerio da Agricultura, Brazil
3. Ananth, K. C. 1969. Timing and frequency of spraying for control of coffee leaf rust in southern India. *Exp. Agr.* 5:117-23
4. Anonymous, 1970. Brazil. Death in the pot. *Nature* 226:997
5. Anonymous, 1970. Influência dos fatores meteorológicos na ocorrência da *Hemileia vastatrix*. *Departamento Nacional de Meteorologia, Brazil*
6. Berkeley, M. J. 1869. *Gard. Chron.* 45:1157
7. Bettencourt, A. J., Carvalho, A. 1968. Melhoramento visando a resistência do cafeeiro à ferrugem. *Bragantia* 27:35-68
8. Bitancourt, A. A. 1970. Observações sobre a ferrugem do cafeeiro nos principais países cafeícolas do mundo. *O Biológico*, 36:263-70
9. Bock, K. R. 1962. Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under field conditions. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 45:63-74
10. Bock, K. R. 1962. Seasonal periodicity of coffee leaf rust and factors affecting the severity of outbreaks in Kenya Colony. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 45:289-300
11. Bock, K. R. 1962. Control of coffee leaf rust in Kenya Colony. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 45:301-13
12. Bowden, J., Gregory, P. H., Johnson, C. G. 1971. Possible wind transport of coffee leaf rust across the Atlantic Ocean. *Nature* 229:500-01
13. Brown, L. H., Cocheme, J. 1969. A study of the agroclimatology of the highlands of Eastern Africa. FAO Interag. Proj. Agroclim. *Tech. Rep.*, Rome, 336 p.
14. Burdekin, D. A. 1960. The effect of Captan and copper sprays on leaf rust and leaf fall of coffee. *Tanganyika Coffee Research Station, Res. Rept.* 1960. Lyamungu, Tanganyika Coffee Board, pp. 56-69
15. Burdekin, D. A. 1960. Wind and water dispersal of coffee leaf rust in Tanganyika. *Kenya Coffee* 25:212-213, 219
16. Burdekin, D. A. 1964. The effect of various fungicides

- on leaf rust, leaf retention and yield of coffee. *E. African Agr. Forest. J.* 30:101-04
17. Butler, E. J. 1918. *Fungi and disease in plants*. Thatcher, Spink, Col. Calcutta, 547 p.
  18. Camargo Vianna, A. C. 1971. Contôle Químico da Ferrugem do Cafeeiro (*Hemileia vastatrix*, Berk et Br.). Seminario Brasileiro de Radiodifusão Rural para o Contrôle da Ferrugem do Cafeeiro, Campinas, Brazil
  19. Chaves, G. M., Filho, J. daC., de Carvalho, M. G., Matsuko, K., Coelho, D. T., Shimoya, C. 1970. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*, Berk. & Br.) Revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. *Seiva* 30 (Ed. Espec.):1-75
  20. Cramer, P. J. S. 1957. A review of literature of coffee research in Indonesia. pp. 41-47 *Inter. Am. Inst. Afr. Sci. Misc. Publ.* 15:1-262
  21. Crowe, T. J. 1963. Possible insect vectors of the uredospores of *Hemileia vastatrix* in Kenya. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46:24-26
  22. Desrosiers, R. 1970. Coffee rust in Brazil, caused by *Hemileia vastatrix*. *Report U.S. Agency Int. Dev.* 6 p.
  23. D'Oliveira, B., Rodríguez, C. J. 1959. Progress Report to Ethiopia. *García de Orta* 7:279-92
  24. D'Oliveira, B., Rodríguez, C. J. 1960. A survey of the problem of coffee rust. II. Screening for resistance to *Hemileia vastatrix* on *Coffea arabica*. Lisboa. *Junta Exportação Café*, 46 p.
  25. D'Oliveira, B. 1965. Progress report 1960-1965. *Coffee Rust Res. Center, Oeiras, Portugal.* pp. 7-9
  26. D'Oliveira, B. 1970. El trabajo del Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto de Oeiras, Portugal. Identificación de razas de *Hemileia* y tipos de resistencia. In *Reunión Técnica sobre las Royas del Cafeto*, Inst. Inter-Am. Cien. Agr. San José, Costa Rica. 6 p.
  27. Fernández, O. 1970. Importancia de la roya del cafeto para la economía Colombiana. Mesa Redonda sobre Roya del Cafeto. *Proc. VII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia*. Bogotá, Colombia
  28. Firman, I. D., Hanger, B. F. 1963. Resistance to coffee leaf rust in Kenya. *Coffee* (Costa Rica) 5:49-54
  29. Firman, I. D. 1965. A review of leaf rust and coffee berry disease control in Kenya. *Tropical Agr.* 42:111-18
  30. Firman, I. D., Wallis, J. A. N. 1965. Low-volume spraying to control coffee leaf rust in Kenya. *Appl. Biol.* 55:123-37
  31. Griffiths, E. 1969. Plant Pathology. In *Coffee Res.*

- Found. Kenya. Ann. Rept. 1968-1969:38-43
32. Gutierrez, G. Bianchini, C. 1968. Roya del cafeto, una amenaza permanente para el Continente Americano. *Café* (Turrialba) 9: 3-5
  33. Instituto Brasileiro do Café. 1970. Ferrugem do Cafeeiro. Características da doença e providencias para seu controle. Ministério da Indústria e Comércio. Inst. Bras. Café-Grupo Erad. Café-GERCA. 32 p.
  34. Instituto Brasileiro do Café. 1970. A ferrugem do cafeeiro no Brasil. Ministério da Indústria e Comércio. Inst. Bras. Café-grupo Erad. Café-GERCA. 75 p.
  35. Instituto Brasileiro do Café. 1971. Vento carrega ferrugem. Informativo Inst. Bras. Café-Grupo Erad. Café-GERCA. 1(4) 7 p.
  36. Instituto Brasileiro do Café. 1971. Brometo inibe esporos da ferrugem. Informativo Inst. Bras. Café-Grupo Erad. Café-GERCA. 1(4) 3 p. 37.
  37. Instituto Brasileiro do Café. 1971. Novos resultados de controle químico da ferrugem. Informativo Inst. Bras. Café-Grupo Erad. Café-GERCA. 1(6) 8 p.
  38. Matiello, B. J. 1970. estudios preliminares de zonificación del cultivo del cafeto en el Brasil, en función de *Hemileia vastatrix*. Mesa Redonda sobre Roya del Cafeto. Proc. VII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Bogotá, Colombia
  39. Mayne, W. W. 1969. A century of coffee leaf disease, 1869-1969. *Biologist* 16:58-60
  40. Medeiros, A. G., 1970. Informe sobre *Hemileia vastatrix* en café, en Bahía, Brasil. *Com. Exec. Pl. Recup. Econ. Rural Lav. Cacaueira*, Rio de Janeiro
  41. Mesquita, A. 1969. A cafeicultura e sua combinacao ótima com uotras actividades na Zona da Mata, Minas Gerais, 1968-1969. *Thesis, Escola Superior de Agricultura, Univ. Fed. Viçosa, Viçosa, Minas Gerais*
  42. Muyshondt, M. 1971. Posible impacto de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) en la economía de los países miembros del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). *Phytopathology* 62: In press
  43. Narasimhaswamy, R. L. 1961. La herrumbre del café (*Hemileia*) en la India. *Café* (Turrialba) 3(9):41-49
  44. Newhall, A.G., Orillo, F.T. 1971. Coffee rust control experiment in the Philippines. *Plant Dis. Repr.* 55:216-19
  45. Noronha-Wagner, M., Betten-court, A. J. 1967. Genetic study of the resistance of

- Coffea* spp. to leaf rust. I. Identification and behavior of four factors conditioning disease reaction in *Coffea arabica* to twelve physiological races of *Hemileia vastatrix*. *Can. J. Bot.* 45:2021-31
46. Nutman, F. J., Roberts, F. M., Bock, K. R. 1960. Method of uredospore dispersal of the coffee leaf rust fungus, *Hemileia vastatrix*, *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 43:509-15
47. Nutman, F. J., Roberts, F. M. 1962. Dispersal of coffee rust *Hemileia vastatrix* B. et Br. *Nature*, 194:1296
48. Nutman, F. J., Roberts, F. M. 1963. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk & Br. *Trans. Brit. Mycol.* 46:27-48
49. Nutman F.J., Roberts, F.M. 1970. Coffee Leaf Rust. *Pest Articles News Summ*, 16:607-24
50. Orillo, F. T., Valdez, R. B. 1961. The selection of coffee species and varieties resistant to coffee rust in the Philippines. *Philippine Agr.* 45:223-334
51. Ortolani, A. A., Camargo Vianna, A. C., Abreu, R. G., 1971. *Hemileia vastatrix* Berk & Br. *Estudos e observações em regioes da Africa e sugestoes a cafeicultura do Brasil*. Inst. Bras. Café, and Sec. Agr. São Paulo. 228 p.
52. Páez, G. 1971. Método de muestreo para el reconocimiento de la roya en Costa Rica. *Inst. Inter-Am. Cien. Agr. Org. Estad. Am., Turrialba*, Costa Rica. 106 p.
53. Park, P. O., Burdekin, D. A. 1964. Studies on the ageing of copper fungicides used to control coffee leaf rust. *Ann. Appl. Biol.* 54:335-47
54. Rayner, R. W. 1957. Leaf Rust. *Coffee Bd. Mo. Bull.* 1935-36:101-110. Nairobi, Kenya
55. Rayner, R. W. 1960. Rust disease of coffee. II. Spread of the disease of coffee. II. Spread of the disease. *World Crops*, 12:222-24
56. Rayner, R. W. 1960. Rust disease of coffee. III. Resistance. *World Crops*. 12:261-64
57. Rayner, R. W. 1961. Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) *Ann. Appl. Biol.* 49:497-505
58. Rayner, R.W. 1961. Spore liberation and dispersal of coffee rust (*Hemileia vastatrix* B. et Br.) *Nature* 191:725
59. Rayner, R. W. 1962. The control of coffee rust in Kenya by fungicides. *Ann. Appl. Biol.* 50:245-61

60. Riker, A. J. 1964. *Reunión del Comité Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria*. 12a. Reunión, San José, Costa Rica. pp. 15-19
61. Rockefeller, N. *La calidad de la vida en las Américas. Informe sobre América Latina, presentado por una Misión Presidencial de los Estados Unidos de América*. 40 p.
62. Rossetti, V. 1970. Medidas tomadas en el Estado de São Paulo con relación a la roya del cafeto. Mesa Redonda sobre Roya del Cafeto. *Proc. VII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia*. Bogotá, Colombia.
63. Sebastiao, J. M. J. 1970. El problema de la roya del cafeto en el Brasil. Enfoque del Instituto Brasileiro del Café. Mesa Redonda sobre Roya del Cafeto. *Proc. VII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia*. Bogotá, Colombia.
64. Schieber, E. 1960. La herrumbre del café y la cooperación internacional. *El Informador Agrícola*, Min. Agr., Guatemala
65. Schieber, E. 1963. La herrumbre del café y el centro de investigaciones en Portugal. *Revista Cafetalera*. 1963:21-23
66. Schieber, E. 1970. Viaje al Brasil y el Africa para estudiar y observar el problema de la herrumbre del café. *Rept. Org. Int. Reg. San. Agr.* 109 p.
67. Schieber, E. 1971. Comparative observations on coffee rust in Brazil and Kenya. *Plant Dis. Repr.* (55):209-12
68. Schieber, E. 1971. Observaciones sobre la roya del cafeto, provocada por *Hemileia vastatrix*, en Brasil y Kenia. *Rept. Org. Int. Reg. San. Agr.* 42 p.
69. Schieber, E. 1971. Informe al Secretario General de GERCA-IBC sobre una visita al Brasil, donde se observaron algunos problemas fitopatológicos del café (unpublished)
70. Schieber, E., Laemmlen, F., Martínez, A. 1971. Puccinia polysora rust on corn, established in Hawaii. *Phytopathology* 62: In press
71. Stevenson, J. A., Beam, R. 1953. An annotated bibliography of coffee rust (*Hemileia spp.*) Div. Mycol. Dis. Survey, U.S. Dept. Agr. Aspec. Public. 4:1-80
72. Wallis, J. A. N., Rauner, R.W. *Ann. Rept. Coffee Res. Sta. Ruiru, Kenya*, 33. p. 1957.
73. Wallis, J. A. N., Firman, I. D. 1957. Spraying Arabica coffee for the control of leaf rust. *E. African Agr. Forest. J.* 28:89-104
74. Wallis, J. A. N. 1970. Coffee leaf rust in South America. *A Report to the International Coffee Organization* 49 p.

75. Ward, H. M. 1882. Researches on the life history of *Hemileia vastatrix*, the fungus of the "coffee leaf disease." *Linn. Soc. J. (Bot)* 19:229-335
76. Ward, H. M. 1882. On the morphology of *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. (The fungus of the coffee disease of Ceylon) (n.s.) 22:1-11
77. Wellman, F. L. 1952. Peligro de introducción de la *Hemileia* del café a las Américas. *Turrialba* 2(2):47-50
78. Wellman, F. L. 1953. The Americas face up to the threat of coffee rust. *For. Agr.* 17:47-52, 64
79. Wellman, F. L. 1957. *Hemileia vastatrix*. Investigaciones presentes y pasadas en la herrumbre del café y su importancia en la América Tropical. Publicado por Fed. Cafet. Am. San Salvador
80. Wellman, F. L. 1970. Rust of Coffee in Brazil. *Plant Dis. Repr.*
81. Wellman, F. L. Desrosiers, R., Schieber, E. 1970. The *Hemileia vastatrix* coffee disease established in the American tropics. *Phytopathology* 60:1319
82. Wellman, F. L. 1970. The rust *Hemileia vastatrix* now firmly established on coffee in Brazil. *Plan Dis. Repr.* 54:539-41
83. Wellman, F. L. 1970. Coffee yellow leaf rust: World History: Minimizing losses in Tropical America. *Proc. Reunión Técnica sobre las Royas del Cafeto*. Inst. Inter-Am. Cien. Agr., Org. Estad. Am., San José, Costa Rica.

