

FACTORES NATURALES QUE INTERVIENEN EN LA DISEMINACION DE ESPORAS DE *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. (1)

Clemencia Villegas García**
Carlos Alberto Baeza-Aragón***

RESUMEN

En la estación central Naranjal de CENICAFE (Chinchiná), en el año de 1984, sobre árboles de la variedad Caturra a plena exposición solar y una distancia de siembra de 1 x 1 m, se estudiaron algunos de los factores que intervienen en la diseminación de esporas de la roya como son: la lluvia, el viento y los insectos. La lluvia se midió en pluviómetros colocados en la gotera de los árboles enfermos, durante cuatro meses consecutivos. El viento, con la utilización de porta-objetos como trampa de esporas, distribuidos de una manera radial en el lote a partir del foco; además se capturaron insectos permanentemente, con trampas y jamas. La cantidad de esporas captadas está en función de inóculo presente, el cual se ve alterado por las lluvias en los días anteriores y la intensidad de las mismas. Precipitaciones hasta de 1,6 mm/día en el mes de agosto arrastraron hasta 1.600 esporas en 0,2 mm captados en la gotera del árbol. El mayor número de esporas se encontró en el mes de agosto lo cual coincidió con la fase exponencial de la enfermedad medida en árboles. El viento favorece la dispersión en el lote. Los mayores vientos ocurridos en el mes de agosto dispersaron la mayor cantidad de esporas y se encontró en las trampas un mayor número en la dirección predominante de éstos en la zona (Sureste). La cantidad de esporas captadas no presentó relación en cuanto a la distribución a partir del foco, ni en los niveles del mismo árbol, posiblemente debido a las turbulencias que ocurren a nivel del cultivo. Se encontraron insectos de las siguientes familias con esporas adheridas: Loncheidae; Staphillinidae, Apidae, Drosophilidae y se observó la larva de un díptero posiblemente de la familia Mycetophilidae, la cual se alimenta de esporas.

SUMMARY

VILLEGAS G., C.; BAEZA A., C.A. Factores naturales que intervienen en la diseminación de esporas de *Hemileia vastatrix*. CENICAFE (Colombia) 39(4): 111-126. 1988.

In order to study some of the factors intervening in the dissemination of coffee leaf rust spores such as rain, wind and insects investigations were carried out at the National Coffee research Centre (CENICAFE) in 1984. The plantation corresponded to the Caturra variety planted under full sun and at a distance of 1m. x 1m. During four months, the rain was constantly measured in pluviometers located under the main dripping point of the diseased trees. Glass plates were used to catch the spores borne by the wind and placed in the lot in a circle around the trees with the disease. Furthermore, insects were permanently caught with traps and nets. The number of spores caught is directly related to the inoculum present, which is itself altered by the rains and by their intensity during the previous days. During the month of August, a rainfall of up to 1.6 mm/day, carried up to 1,600 spores in 0.2 mm of its water caught under the main dripping point of the tree. The greatest number of spores was found during the month of August, and this coincided with the exponential

1 Fragmento de la Tesis "Velocidad de dispersión de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) a partir de un foco", presentada a la Universidad de Caldas por el primer autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Manizales, 1986.

** Auxiliar IV de Explotación Agrícola del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas Colombia.

*** Ingeniero Agrónomo M.Sc., Presidente Tesis.

phase of the disease measured in the trees. The wind favors the dispersion within the lot. The strongest winds which occurred during the month of August dispersed the largest amount of spores and a greater number of them was found in the traps, in their main direction which was the South-east. The number of spores caught showed no relation whatsoever with their distribution from the infected trees, nor at the different levels of the tree, possibly because of the turbulences occurring at the level of the plants. Insects of various families were found with spores adhered to them as follows: Loncheidae, Staphillinidae, Apidae and Drosophilidae. The larva of a dipterous, possibly of the Mycetophilidae family, was observed feeding on the rust spores.

Additional key words: Coffee rust, Coffea arabica, Colombia, epidemiology.

INTRODUCCION

Las enfermedades que afectan los órganos aéreos de las plantas poseen diferentes y variados mecanismos de diseminación y la velocidad de su propagación está directamente relacionada con la disponibilidad y susceptibilidad de los hospedantes en una región dada y la agresividad del patógeno (10).

Varios son los estudios que se han realizado en otros países cafeteros, con el fin de evaluar los factores naturales (viento, lluvia, insectos) que inciden en la diseminación de esporas de *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. Se mencionan entre otros los realizados por Becker (1, 2) Figueiredo et al (9), Kranz (13), Martínez et al (14), Mayne (15), Rayner (18), Thiselton Dyer (19), Waller (20), Ward (21), los cuales sugieren que el factor de diseminación más importante es el viento, ya que encontraron relación en el ritmo diario de captura de esporas y la cantidad de inóculo presente.

Otros autores como Bock (3, 4), Burdekin (5), Nutman (16), Nutman et al (17), mencionan el factor lluvia como principal agente diseminador. Ellos comprobaron que si el agua se aplica a la superficie de una lesión, instantáneamente se liberan esporas las cuales flotan en la superficie y se establece una relación directa entre la cantidad de lluvia y el número de esporas dispersas en el área foliar.

Becker (2), comprobó que los insectos tienen un papel suplementario que podría llegar a ser importante a nivel de las hojas, los árboles e incluso plantaciones enteras, pero no en la diseminación a largas distancias.

Harr (11), comenta que en estado de esporulación el inóculo de *H. vastatrix* está compuesto por esporas de diferentes edades a la espera de un agente diseminador que les permita llegar al hospedante susceptible. Tales agentes diseminadores son los estudiados por Becker (2): la lluvia, responsable del transporte de esporas de hoja a hoja, entre el árbol y a cortas distancias; el

hombre, las herramientas y el viento, que transportan el inóculo a mayores distancias, por ejemplo de una plantación a otra o de una región a otra y diseminan la infección a regiones sanas.

El conocimiento y estudio de los medios de diseminación de las esporas de *H. vastatrix*, en las condiciones de la zona cafetera colombiana son importantes para tomar las medidas adecuadas conducentes al control de la roya del café.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el año de 1984, en la estación central Naranjal de CENICAFE, localizada a 04° - 58' de latitud norte, 75° - 42' longitud oeste y una altitud de 1.400 m.s.n.m., en una plantación de árboles de la variedad caturra, sembrada en el año de 1971 y zoqueada 2 veces: (1976 y 1982), con una distancia de 1,00 x 1,00 y a libre exposición solar.

Las condiciones climáticas medias de Naranjal son: Lluvia de 2.748 mm distribuidas en 202 días; brillo solar 1.864 horas, temperatura media de 20,6°C y 77% de humedad relativa.

Para el estudio de los distintos medios de diseminación se utilizaron los siguientes métodos:

Para el estudio de la lluvia

En la gotera de 2 árboles seleccionados al azar se colocaron 8 pluviómetros (4 por árbol), cada uno con un área de captación de 200 cm², durante los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre. Diariamente se recogió el agua captada de cada uno de los recipientes en frascos de vidrio y se procesó de la siguiente manera:

Cada muestra se sometió primero a una agitación por ultrasonido por espacio de un minuto, con el fin de separar las esporas que se encontraran agrupadas, luego se agitaron magnéticamente durante un minuto; en un pluviómetro se midió la cantidad de agua captada en mm, para relacionarla luego con la cantidad de lluvia registrada en el pluviógrafo de la estación meteorológica de Naranjal. Después se midió su volumen en ml y se sometió a agitación magnética permanente, con el fin de homogeneizar la muestra y tomar alícuotas de 10 microlitros para su respectivo análisis y lectura en el microscopio. Se leyó la totalidad de la gota (alícuota), y se relacionó con el volumen total de cada muestra. Las lecturas del pluviógrafo de la estación meteorológica de Naranjal se efectuaron de 9 a.m. a 9 a.m. del nuevo día.

El análisis descriptivo se realizó con la información del total de esporas captadas en cada recipiente. En la Figura 1 se resume el proceso.

Para el estudio del viento

Se colocaron placas constituidas por dos láminas de vidrio (7,5 cm de largo x 2,5 cm de ancho) unidas entre sí por cinta adherente.

En cada lámina y en su parte media se colocó un pedazo de cinta adhesiva (contact) transparente de 2,0 cm x 1,5 cm, pegado con vaselina. Estas placas se colocaron dos por árbol situadas externamente, una en la parte inferior (a 0,5 m del suelo) y otra en la parte superior (a 1,70 m del suelo) y distribuidas en forma radial a partir del foco.

Las placas se dejaron por una semana en el campo, durante 9 períodos.

En el laboratorio se contabilizaron las esporas presentes por árbol en el total del área del contact (3,0 cm²). En la Figura 2 se resume el proceso.

Los registros de dirección y velocidad del viento medidos en anemocinemógrafos, con su elemento sensible a 10 m de altura, se analizaron mediante la metodología de Lambert, método extractado de Conrad y Pollak (6).

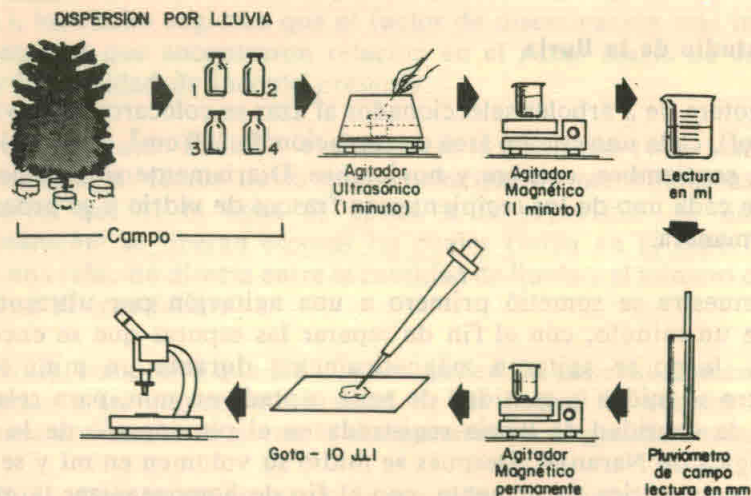


FIGURA 1. Método utilizado para cuantificar esporas de roya (*H. vastatrix*), captadas en agua lluvia. Cenicafé.

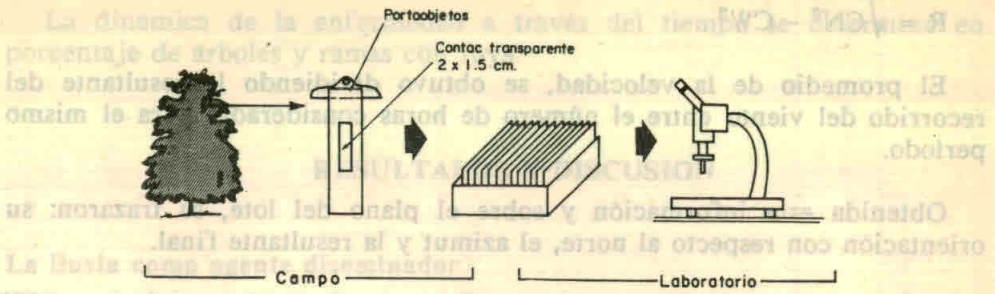


FIGURA 2. Método utilizado para cuantificar esporas de roya (*H. vastatrix*), captadas en láminas de vidrio. Cenicafé.

Para el análisis se utilizaron registros horarios durante el período de estudio; dicha metodología consideró ocho (8) direcciones de viento a saber: norte - sur - este - oeste - noroeste - noreste - suroeste - sureste, con sus respectivos recorridos en km, acumulados para cada dirección.

La resultante de la dirección del viento se calculó mediante las siguiente fórmulas:

$$CN = N - S + (NW + NE - SW - SE) \cos 45^\circ$$

$$CW = W - E + (NW + SW - NE - SE) \cos 45^\circ$$

A continuación se calculó el ángulo mediante la siguiente expresión:

$$\tan \alpha' = \frac{CN}{CW} \quad \text{Arc. Tan } \alpha' = \frac{CN}{CW}$$

El ángulo por medio del cual se obtiene el azimut verdadero se estimó mediante las siguientes expresiones:

| CN | CW | α' |
|----|----|---------------|
| + | - | $90^\circ -$ |
| - | - | $90^\circ +$ |
| - | + | $270^\circ -$ |
| + | + | $270^\circ +$ |

La resultante del recorrido del viento se estimó por la siguiente ecuación:

$$R = \sqrt{CN^2 - CW^2}$$

El promedio de la velocidad, se obtuvo dividiendo la resultante del recorrido del viento entre el número de horas consideradas para el mismo periodo.

Obtenida esta información y sobre el plano del lote, se trazaron: su orientación con respecto al norte, el azimut y la resultante final.

Las láminas colocadas en el lote se ubicaron en los cuatro cuadrantes (NW - NE - SE y SW) y el número total de esporas recolectadas en cada una se promedió por el número de láminas colocadas.

Para el estudio de los insectos

Los insectos que podrían llegar a dispersar esporas de *H. vastatrix* se capturaron en cintas atrapa-moscas o se recolectaron con jamas.

Las muestras se procesaron en el laboratorio como lo ilustra la Figura 3.

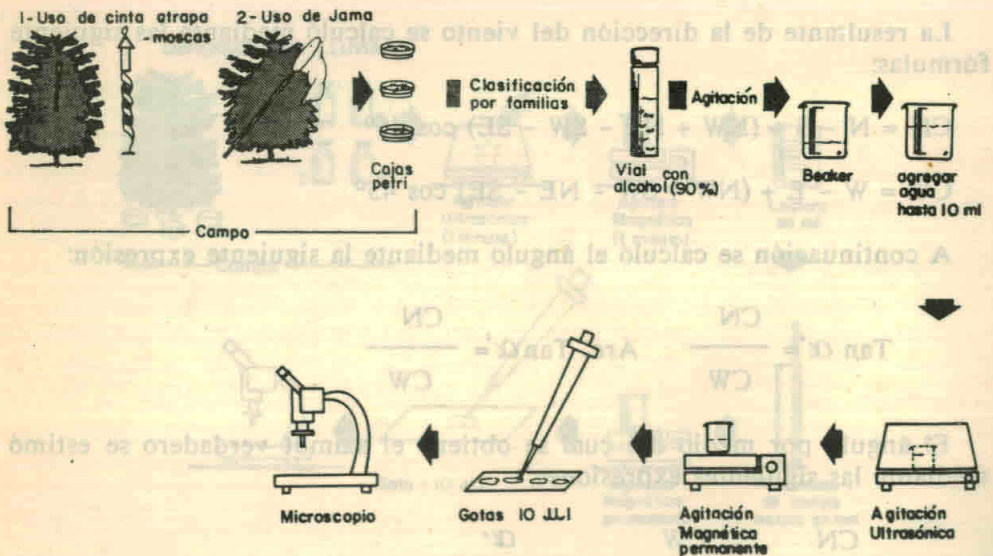


FIGURA 3. Método utilizado para cuantificar esporas de *H. vastatrix*, portadas por insectos y atrapadas mediante cinta atrapa-moscas y Jama. Cenicafé.

Dinámica de la enfermedad

La dinámica de la enfermedad a través del tiempo se determinó en porcentaje de árboles y ramas con roya.

RESULTADOS Y DISCUSION

La lluvia como agente diseminador

La mayor cantidad de esporas se recolectó en el mes de agosto (95.000 esporas en promedio) en 21,9 mm de agua captados en la gotera del árbol y 75,2 mm de agua lluvia registrada en el pluviógrafo (Tabla 1, Figura 4) lo cual coincidió con la fase exponencial de la enfermedad, medida en porcentaje de árboles y ramas con roya (Figura 5). En el mes de septiembre se captaron 32.000 esporas en promedio y la cantidad de agua fue de 34,2 mm en 134,1 mm de lluvia registrados en el pluviógrafo. En el mes de octubre se captaron menos esporas que en los meses anteriores (29.000 en promedio) a pesar que se registró más lluvia (195,5 mm). En el mes de noviembre se captaron 139.690 esporas en 27,1 mm de agua y 65,5 mm de agua lluvia registrada (Tabla 1).

Debido a los altos porcentajes del coeficiente de variación ya que las lluvias no presentan un patrón de distribución y a que la arquitectura de la planta no es igual, al comparar la lluvia y la cantidad de esporas captadas mensualmente (Figura 6) no se encontró relación. Por esta razón se efectuó el análisis diariamente y se observó que ocurren pequeños ciclos que intercalan lavado de esporas y esporulación. Las infecciones en condiciones de campo deberán ocurrir cada vez que la lluvia u otro factor disemine a nivel de la planta, esporas de las lesiones a nuevos sitios de infección; por consiguiente, a través del tiempo existirán en las hojas todos los estados de desarrollo de las lesiones. Los períodos de mayor radiación o brillo solar han de estimular la esporulación en aquellas lesiones avanzadas y las lluvias ocurridas inmediatamente después podrán arrastrar esporas a través del árbol y en ocasiones hasta el suelo. Así por ejemplo, cantidades de lluvia tan pequeñas como 1,6 mm después de 3 días sin lluvias y poco brillo solar (Figura 6) arrastraron 174 esporas en promedio.

En el presente estudio se pudo determinar que, lluvias tan pequeñas como 1,6 mm dispersaron esporas hasta la gotera del árbol lo cual es similar a los resultados obtenidos por Becker (2), quien encontró cantidades considerables de esporas con aguaceros inferiores a 7,5 mm, sin definir un mínimo de lluvia capaz de arrastrar esporas. Curiosamente en el mismo trabajo los resultados comparativos de cantidades de esporas en gotas de lluvia, registran que 1,6 mm arrastraron cantidades de esporas superiores a las obtenidas con 7,5 mm.

TABLA 1. Número de esporas de *H. vastatrix* captadas en agua lluvia y precipitación y agua captada en la gotera de los árboles en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1984. Naranjal (Chinchiná).

| AGOSTO | | | | SEPTIEMBRE | | | |
|--------------|----------------------|------------------|--------------|------------|----------------------|------------------|--------------|
| Día | Nº esporas captadas* | Precipitación mm | Agua captada | Día | Nº esporas captadas* | Precipitación mm | Agua captada |
| 8-9 | 32,297 | 8,6 | 6,8 | 5-6 | 8,046 | 5,1 | 2,3 |
| 9-10 | 3,974 | 17,8 | 3,8 | 6-7 | 7,327 | 8,9 | 2,6 |
| 14-15 | 3,337 | 7,4 | 1,5 | 10-11 | 929 | 5,8 | 1,1 |
| 21-22 | 54,448 | 36,8 | 7,8 | 12-13 | 8,397 | 22,7 | 1,1 |
| 28-29 | 341 | 2,7 | 0,6 | 13-14 | 2,385 | 16,6 | 6,1 |
| 29-30 | 932 | 1,9 | 1,4 | 18-19 | 1,597 | 22,2 | 8,0 |
| | | | | 19-20 | 2,551 | 33,9 | 7,0 |
| | | | | 26-27 | 1,465 | 18,9 | 6,0 |
| TOTAL | 95,329 | 75,2 | 21,9 | | 32,697 | 134,1 | 34,2 |
| X | 15,888 | 12,5 | 3,7 | | 4,087 | 16,8 | 4,3 |
| C.V. | 141,32 | 105,1 | 83,2 | | 79,04 | 58,84 | 65,2 |
| OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | |
| 3-4 | 174 | 1,6 | 0,4 | 1 | 7,731 | 19,4 | 7,0 |
| 4-5 | 827 | 2,1 | 0,3 | 6-7 | 1,358 | 11,9 | 3,0 |
| 8-9 | 2,260 | 17,2 | 6,4 | 13-14 | 1,819 | 2,4 | 0,6 |
| 10-11 | 2,506 | 19,3 | 6,4 | 19-20 | 1,722 | 4,2 | 2,0 |
| 15-16 | 289 | 60,7 | 1,5 | 22-23 | 16,743 | 25,2 | 4,8 |
| 17-18 | 2,604 | 17,2 | 7,2 | 26-27 | 9,569 | - | 9,3 |
| 18-19 | 2,779 | 17,3 | 4,4 | 28-29 | 748 | 2,4 | 0,4 |
| 23-24 | 3,424 | 2,6 | 10,2 | | | | |
| 24-25 | 3,677 | 28,9 | 6,8 | | | | |
| 25-26 | 2,401 | 3,7 | 2,7 | | | | |
| 29-30 | 625 | 5,5 | 1,7 | | | | |
| 31 | 7,731 | 19,4 | 7,0 | | | | |
| TOTAL | 29,297 | 195,5 | 55 | | 39,690 | 65,5 | 27,1 |
| X | 2,441 | 16,3 | 4,6 | | 5,670 | 9,4 | 3,9 |
| C.V. | 84,06 | 101,9 | 69,92 | | 105,64 | 104,89 | 86,40 |

*Promedio de 8 pluviómetros

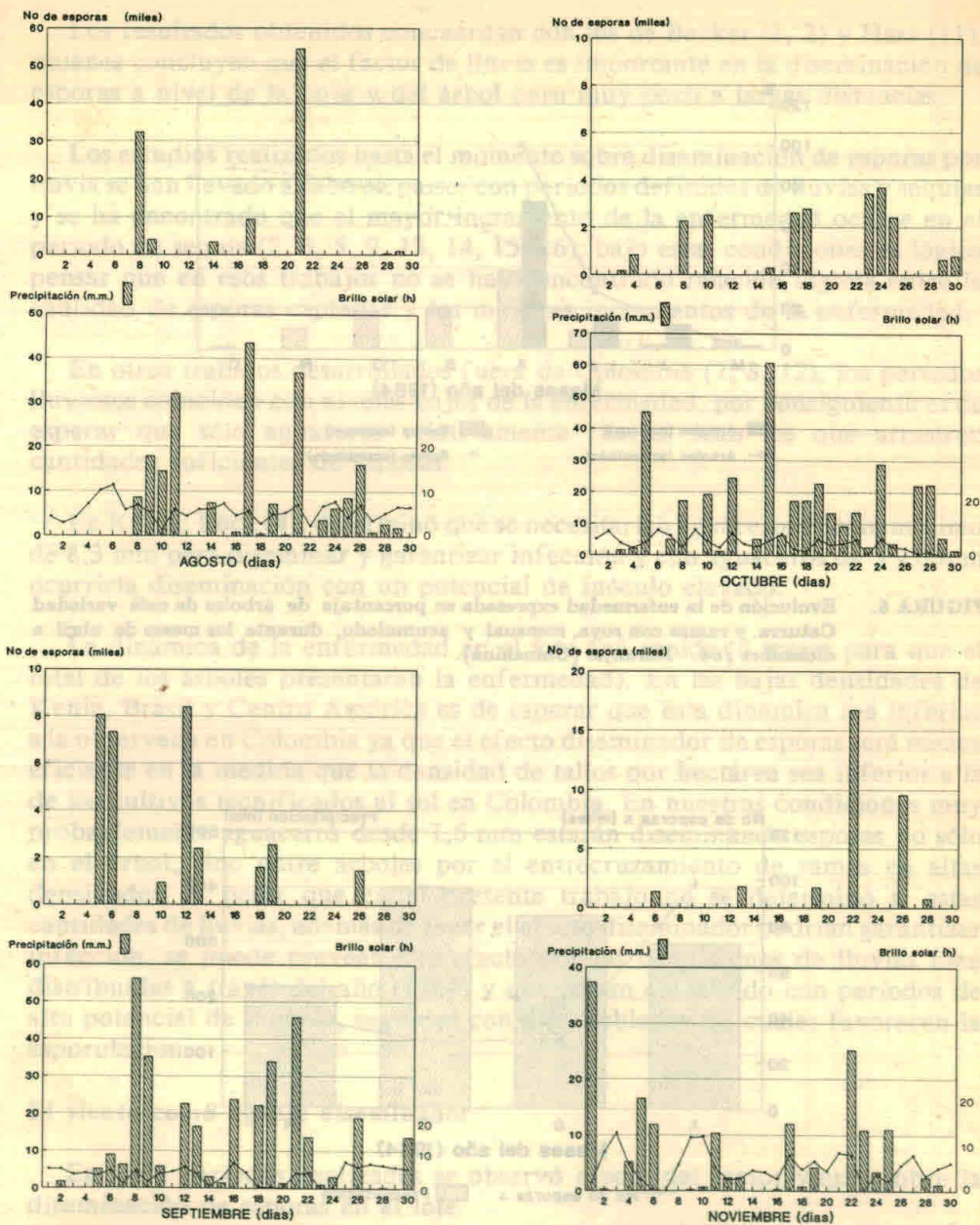


FIGURA 4. Número promedio de esporas de *H. vastatrix* captadas en 8 pluviómetros; lluvia y brillo solar, durante los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1984. Naranjal (Chinchiná).

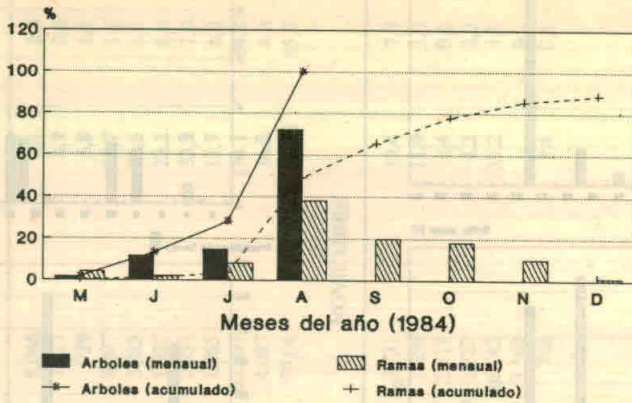


FIGURA 5. Evolución de la enfermedad expresada en porcentaje de árboles de café variedad Caturra y ramas con roya, mensual y acumulado, durante los meses de abril a diciembre /84. Naranjal (Chinchiná).

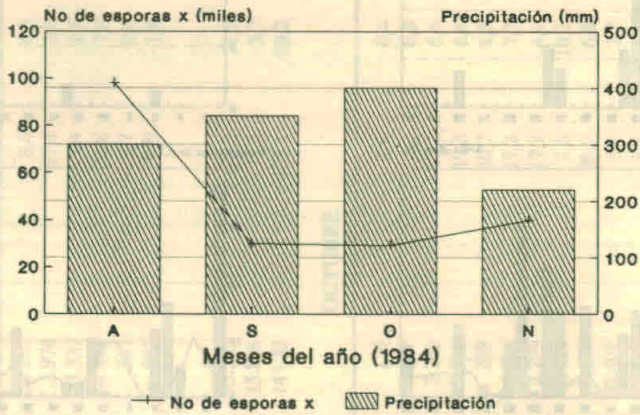


FIGURA 6. Cantidad de esporas de *H. vastatrix* captadas en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre y la cantidad de lluvia registrada en pluviómetros. Naranjal (Chinchiná)

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Becker (1, 2) y Harr (11), quienes concluyen que el factor de lluvia es importante en la diseminación de esporas a nivel de la hoja y del árbol pero muy poco a largas distancias.

Los estudios realizados hasta el momento sobre diseminación de esporas por lluvia se han llevado a cabo en países con periodos definidos de lluvias y sequías y se ha encontrado que el mayor incremento de la enfermedad ocurre en el período de sequía (2, 3, 5, 9, 13, 14, 15, 16); bajo estas condiciones es lógico pensar que en esos trabajos no se haya encontrado relación alguna entre la cantidad de esporas captadas y los mayores incrementos de la enfermedad.

En otros trabajos desarrollados fuera de Colombia (7, 8, 12), los periodos lluviosos coinciden con niveles bajos de la enfermedad, por consiguiente es de esperar que sólo aguaceros relativamente fuertes sean los que arrastren cantidades suficientes de esporas.

En Kenia, Bock (4), determinó que se necesitarían aguaceros con un mínimo de 8,3 mm para diseminar y garantizar infección y con aguaceros de 5 y 6 mm ocurriría diseminación con un potencial de inóculo elevado.

La dinámica de la enfermedad en el lote fué rápida (4 meses para que el total de los árboles presentaran la enfermedad). En las bajas densidades de Kenia, Brasil y Centro América es de esperar que esta dinámica sea inferior a la observada en Colombia ya que el efecto diseminador de esporas será menos eficiente en la medida que la densidad de tallos por hectárea sea inferior a la de los cultivos tecnificados al sol en Colombia. En nuestras condiciones muy probablemente aguaceros desde 1,6 mm estarán diseminando esporas no sólo en el árbol, sino entre árboles por el entrecruzamiento de ramas en altas densidades. A pesar que en el presente trabajo no se determinó si estas cantidades de lluvias, además de tener el efecto diseminador podrían garantizar infección, se puede prever este efecto por las condiciones de lluvias bien distribuidas a través del año (1984) y que hayan coincidido con periodos de alto potencial de inóculo, seguidos con días nublados los cuales favorecen la esporulación.

El viento como agente diseminador

En los 8 periodos analizados se observó efecto del factor viento sobre la diseminación de esporas en el lote.

Los mayores vientos ocurridos en el mes de agosto, en el período observado del 27 de julio al 3 de agosto ($R = 559$ km) (Tabla 2), diseminaron la mayor cantidad de esporas equivalente a 9.000 y se encontraron en las placas hasta 4.777 esporas en promedio, en la dirección sureste predominante de los vientos en la zona y en relación directa con los incrementos de la enfermedad medidos

TABLA 2. Número de esporas de *H. vastatrix* captadas en placas de vidrio, recorrido del viento (km) y velocidad del viento (Km/h) en los 8 períodos analizados. Naranjal (Chinchiná).

| Período analizado | Nro. esporas captadas/dirección/12 cm ² | | | | | FOCO | Total esporas | C.V. | Recorrido viento (km) | Velocidad viento (km/h) |
|-------------------|--|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|------|-----------------------|-------------------------|
| | SE | SW | NE | NW | FOCO | | | | | |
| May 6-10 | 11 | 0 | 40 | 51 | 274 | 376 | 150,33 | 218 | 4.8 | |
| Jun 18-26 | 99 | 0 | 74 | 45 | 340 | 558 | 119,06 | 374 | 6.6 | |
| Jul 9-16 | 487 | 93 | 0 | 244 | 318 | 1.142 | 83,5 | 114 | 4.3 | |
| Jul 27-Ago | 34.777 | 0 | 0 | 1.750 | 2.472 | 8.999 | 110,4 | 559 | 5.8 | |
| Sep 10-17 | 1.571 | 0 | 515 | 376 | 1.461 | 3.923 | 88,5 | 286 | 4.0 | |
| Oct 29-Nov | 21.039 | 0 | 471 | 462 | 546 | 2.536 | 72,8 | 89 | 3.6 | |
| Nov 26-29 | 970 | 0 | 1.534 | 2.110 | 1.285 | 5.899 | 66,16 | 141 | 3.9 | |
| Dic 3-7 | 1.033 | 777 | 0 | 291 | 1.906 | 4.007 | 92,0 | 246 | 4.9 | |
| TOTAL | 9.987 | 870 | 2.634 | 5.329 | 8.620 | 27.440 | | | | |
| \bar{X} | 1.248 | 109 | 329 | 666 | 1.077 | 3.430 | | | | |
| C.V. | 121,69 | 250,0 | 161,53 | 119,94 | 77,26 | 86,27 | | | | |

en porcentaje de árboles y ramas con roya (Figura 6). Entre tanto en el mes de junio, en el período comprendido entre el 18 y 26 (R = 374 km), hubo menor cantidad de esporas diseminadas equivalente a 558 esporas (Figura 7), A pesar de ocurrir vientos con suficiente capacidad de arrastre, sólo se encontraron 99 esporas en promedio en la dirección sureste, o sea que se diseminó el escaso inóculo disponible en estos períodos de bajo nivel de enfermedad.

Se observaron en los demás períodos analizados valores variables en la cantidad de esporas, inferiores al mes de agosto, con diferente recorrido del viento (Tabla 2).

Las cantidades de esporas encontradas en las placas no presentaron relación en cuanto a distancia a partir del foco, ni en los niveles del mismo árbol en los períodos bajos de la enfermedad. En el mes de agosto, el cual corresponde a la fase exponencial de la enfermedad, sí se encontró relación entre la cantidad de esporas captadas y la distancia desde el foco en la dirección sureste predominante de los vientos en la zona.

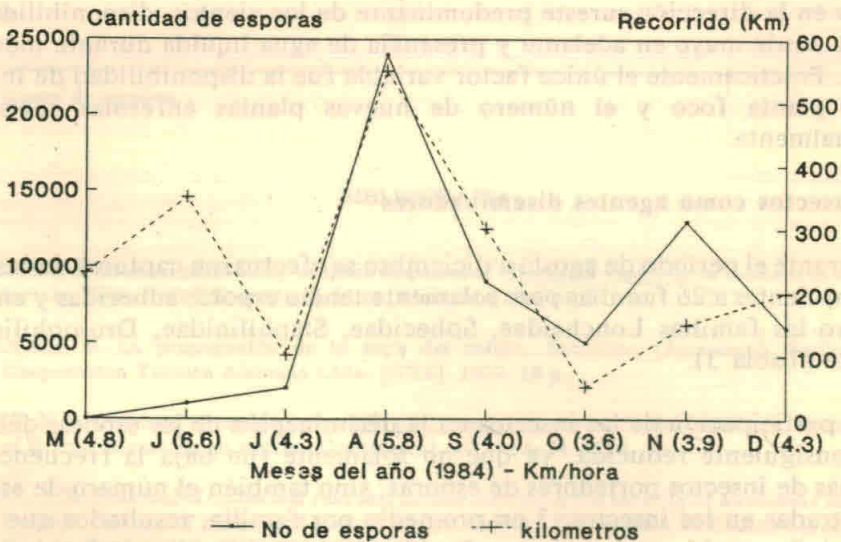


FIGURA 7. Cantidad de esporas de *H. vastatrix* captadas en placas de vidrio durante los meses de mayo a diciembre/84. Recorrido y velocidad del viento en los nueve períodos analizados. Naranjal (Chinchiná).

En estos trabajos se han analizado varias alturas o niveles de diseminación sin tener en cuenta distancias. Se utilizaron en la mayoría de los casos, una o dos trampas volumétricas colocadas a varias alturas y no se encontró relación ni diferencias en las cantidades de esporas captadas a estos niveles (1, 2, 3, 9, 14). Solamente Mayne (15), registró esporas capturadas en placas de vidrio hacia los cuatro puntos cardinales con una mayor cantidad en la dirección SW.

Además de lo mencionado anteriormente todos los trabajos se inician con la enfermedad generalizada en el lote. Los resultados obtenidos sobre la diseminación de la enfermedad a partir de un solo foco permiten deducir que el viento, el cual disemina las esporas, y la distribución regular de lluvias garantizan la infección. Por consiguiente, se puede hablar de diseminación de la enfermedad a distancias variables desde el foco como se observó en los resultados obtenidos.

La velocidad del viento en el año de 1984, varió desde 3,6 km/hora en octubre, hasta 6,6 km por hora en junio. De acuerdo con los trabajos realizados por Martínez et al (14) estas velocidades serían suficientes para diseminar esporas de *H. vastatrix*.

Durante 1984 existieron los factores climáticos favorables necesarios para el desarrollo de una epidemia de Roya, por ejemplo: suficiente velocidad del viento en la dirección sureste predominante de los vientos, disponibilidad de follaje desde mayo en adelante y presencia de agua líquida durante todos los meses. Prácticamente el único factor variable fue la disponibilidad de inóculo en la planta foco y el número de nuevas plantas enfermas registrado mensualmente.

Los insectos como agentes diseminadores

Durante el período de agosto a diciembre se efectuaron capturas de insectos pertenecientes a 26 familias pero solamente tenían esporas adheridas y en bajo número las familias Loncheidae, Sphecidae, Staphilinidae, Drosophilidae y Apidae (Tabla 3).

La participación de los insectos en la diseminación de las esporas debe ser por consiguiente reducida, ya que no solamente fue baja la frecuencia de familias de insectos portadoras de esporas, sino también el número de esporas encontradas en los insectos, 3 en promedio por familia, resultados que están de acuerdo con lo consignado por Becker (2) en sus estudios. Además sólo la familia Drosophilidae resultó común en sus trabajos y en éste.

Durante el transcurso de las evaluaciones se encontró frecuentemente una larva de un díptero, posiblemente de la familia Mycetophilidae, la cual se alimenta de esporas de roya (*H. vastatrix*) y las disemina a nivel de hoja en tramos cortos no mayores de 2 cm de distancia a partir de la lesión.

TABLA 3. Insectos capturados con y sin esporas de *H. vastatrix* adheridas a su cuerpo en cinta atrapa-moscas y jama, de agosto a diciembre de 1984. Naranjal (Chinchiná).

| Insectos capturados en cinta atrapa-moscas | | | | Insectos capturados con jama | | | |
|--|----------|---------|-----|------------------------------|----------|---------|-----|
| Familia | Cantidad | Con | Sin | Familia | Cantidad | Con | Sin |
| | | esporas | | | | esporas | |
| Cerambycidae | 3 | | X | Vespidae | 10 | | X |
| Nitiluidae | 1 | | X | Dípteros picadores | 27 | | X |
| Dípteros picadores | 24 | | X | Bibionidae | 18 | | X |
| Membracidae | 3 | | X | Specidae | 12 | | X |
| Micropterillidae | 5 | | X | Varias familias | | | |
| | | | | Coleópteras | 7 | | X |
| Noctuidae | 3 | | X | Ninfas orthoptheras | 7 | | X |
| Loncheidae | 12 | 3* | | Braconidae | 19 | | X |
| Sphecidae | 10 | 2* | | Staphilinidae | 8 | 1* | |
| Staphilinidae | 12 | 4* | | Drosophilidae | 24 | 5* | |
| Coccinélidae | 10 | | X | Apidae | 10 | 2* | |
| Musidae | 4 | | X | Anthocoridae | 3 | | X |
| Ichneumonidae | 7 | | X | Cicadelidae | 1 | | X |
| Cicadelidae | 19 | | X | Crisomelidae | 19 | | X |
| Chalcididae | 18 | | X | | | | |
| Vespidae | 10 | | X | | | | |
| Otitidae | 8 | | X | | | | |
| Otros | 10 | | X | | | | |

*Número de esporas

BIBLIOGRAFIA

1. BECKER, S. Diurnal periodicity in spore dispersal of *Hemileia vastatrix* in relation to weather factors. *Seitschrift Pflkrankhpfschutz* (Alemania). 84(10):577-491. 1977.
2. BECKER, S. La propagación de la roya del cafeto. Eschborn (Alemania), Sociedad de Cooperación Técnica Alemana Ltda. (GTZ). 1979. 10 p.
3. BOCK, K.R. Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under fields conditions. *Transaction of British Mycological Society* (Inglaterra). 45(1):63-74. 1962.
4. BOCK, K.R. Seasonal of coffee leaf rust and factors affecting the severity of outbreaks in Kenya Colony. Control of coffee leaf rust in Kenya Colony. *Transaction of British Mycological Society* (Inglaterra). 45(3):289-300. 1962.
5. BURDEKIN, D.A. Wind and water dispersal of coffee leaf rust in Tanganyika. *Kenya Coffee* (Kenia). 25(294):212-213,219. 1960.
6. CONRAD, V.; POLLAK, L.W. Characteristics of some selected climatic elements (II). In: Conrad, V. Pollak, L.E., *Methods in climatology*. Cambridge. (Estados Unidos). Harvard University Press. 1962. pp. 178-183.

7. CONTROL QUIMICO ROYA. El café de Nicaragua /Nro. 280/24-25. 1974.
8. CUBA, C., N. Curva epidemiológica de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk y Br.) en diferentes altitudes de las zonas cafeteras de Bolivia. La Paz (Bolivia), Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. 1984, 15 p.
9. FIGUEIREDO, P. et al Presença de uredosporos de Hemileia vastatrix Berk. & Br. no ar e sua importancia sobre epidemiologia da ferrugem. In: 5º. Congresso Brasileiro de Pesquisas Caffeieras. Guarapari. (Brasil) IBC/GERCA 1977. pp. 87-88.
10. GREGORY, P.H. Interpreting plant disease dispersal gradients. Annual Review of Phytopatology 6; p.189-212. 1968.
11. HARR, J. Hemileia vastatrix Berk. y Br. Biología del hongo. Aspectos de su control. Basilea (Suiza), Sandoz (s.f.).
12. INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DE CAFE. ISIC. Santa Tecla (El Salvador). Situación actual de la roya. /Carta Informativa Nro. 45/:2. 1980.
13. KRANZ, J. Contributions to research on coffee disease in East Africa. Giessener Beitrage Zur Entwicklungs Forschung (Alemania) 3(1):93-102. 1977.
14. MARTINEZ, J. A.; PALAZZO, D.A.; KARAZAWA, M. Importancia do vento na liberaçao e disseminação dos esporos de Hemileia vastatrix Berk. & Br. Fitopatología Brasileira (Brasil) 2(1):35-42. 1977.
15. MAYNE, W.W. Seasonal periodicity of the coffee leaf disease (Hemileia vastatrix Berk. & Br.) second report. Mysore (India), Department of Agriculture Mysore State, 1931. 22 p. (The Mysore Coffee Experimental Station - Bulletin Nro. 6).
16. NUTMAN, F.J. Evidence that the spores of coffee leaf-rust are not dispersed by wind. Kenya Coffee (Kenia) 24(287):451-453. 1959.
17. NUTMAN, F.J.; ROBERTS, F.M.; BOCK, K.R. Method of urospore dispersal of the coffee leaf rust fungus. Hemileia vastatrix Berk. & Br. Transaction & British Mycological Society (Inglaterra) 43(2):509-5115.
18. RAYNER, R.W. Micología, historia y biología de la roya del cafeto. Turrialba (Costa Rica), Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1972. 68 p. (Publicación miscelánea Nro. 94).
19. THISELTON DYER, W.T. 1880. Quartely Journal of microscopical science (N. S.) 20:119 (Fotocopia).
20. WALLER, J.M. The spread of coffee rust. Span (14(3):142. 1971.
21. WARD, H.M. Searches on the life history of Hemileia vastatrix, the fungus of the coffee leaf disease. Linn. Jour. Botany. 1883. p. 19. (Fotocopia).