

PERMANENCIA DEL AGUA LIBRE SOBRE LAS HOJAS DEL CAFETO

Orlando Guzmán-Martínez*

Lucía Gómez-Gómez**

RESUMEN

Para la germinación de las esporas del hongo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. causante de la roya del café, se ha encontrado que es indispensable la presencia de una película de agua sobre las hojas. Con el fin de conocer la forma como esta película llega y permanece sobre la hoja, se realizaron en el Centro Nacional de Investigaciones de Café -CENICAFE- observaciones en un cafetal arábigo al sol y a la sombra. Para el efecto, se consideraron la orientación este-oeste, tres niveles en el árbol (alto, medio y bajo) y posición de las hojas en la rama (externas e internas). Las observaciones en la haz de las hojas se hicieron visualmente, de acuerdo con una escala de calificación de cero a cuatro, desde la condición seca hasta húmeda toda la superficie. Para las observaciones por el envés de la hoja, se desarrolló una técnica consistente en colocar bandas de papel filtro marcadas con tinta lavable en la nervadura central. Se encontró que el humedecimiento de las hojas provino exclusivamente de las lluvias, alcanzándose con 5 milímetros la saturación del follaje; asimismo, se apreció que a partir de esta cantidad empezaba a ser mojado el envés de la hoja. La duración de la humedad foliar fue de 9,7 horas, en promedio y no se registraron diferencias significativas entre sol y sombra, orientación de la rama, niveles del árbol y posición de la hoja. La hora de secado se presentó alrededor de las 10 a.m. La duración de la humedad foliar de los cafetos mostró una relación negativa altamente significativa con la hora de inicio del aguacero ($r = -0,96^{**}$), en el intervalo de las 5 p.m. a las 5 a.m. Los aguaceros caídos después de las 5 p.m. pero antes de las 3 a.m., en cantidades superiores a 5 milímetros, causan permanencia de agua libre en las hojas por un lapso superior a las seis horas, condición que se considera muy favorable para la germinación de las esporas de la roya.

SUMMARY

GUZMAN M., O.; GOMEZ G., L. Permanence of free water on coffee leaves. Cenicafé (Colombia) 36(3):89-102. 1985.

Permanence of free water on the adaxial and abaxial surface of coffee leaves after rainfall was analyzed in relation to growing conditions (sunlight, shade), orientation (east - west), location on the tree (top, middle, bottom) and position on the branches (internal, external). Wetting of the leaf surface was exclusively due to rainfall. 5 mm of rainfall saturated the adaxial surface of the leaves and, above 5 mm, wetting of the abaxial surface began. In all situations analyzed the leaves remained wet an average of 9,7 h and became dry around 10 AM. Permanency of moist on the leaves was highly correlated with the time of rain initiation ($r = -0,96$) during the period 5 PM - 5 AM. Rainfall above 5 mm after 5 PM and before 3 AM caused permanency of free water on the leaf surface 6 h or more hours, a condition highly favorable for germination of spores of *Hemileia vastatrix* Berk and Br.

Additional Key Words: Coffee leaf rust -Wetness duration.

* Asistente de la Sección de Agroclimatología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Jefe de la Sección de Agroclimatología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

INTRODUCCION

Al comprobarse en el país en septiembre de 1983, la presencia de la roya anaranjada del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.), se ha creado la necesidad de estudiar las características de sus diferentes etapas de desarrollo, ante el panorama de su repercusión adversa a corto, mediano y largo plazo en los rendimientos de la caficultura colombiana, con su innegable secuela de implicaciones económicas y sociales.

Se sabe que las condiciones climáticas afectan tanto la severidad estacional como la distribución geográfica de las enfermedades de las plantas. Precisamente su conocimiento en el transcurso de una enfermedad conduce a entender mejor la naturaleza y comportamiento, y puede contribuir a la aplicación de técnicas de control económicas y eficientes, al mejoramiento de las ya existentes o al ajuste de aquellas empleadas con éxito en otras regiones.

No obstante la complejidad de la relación entre el clima y la enfermedad, existen dos estados en el ciclo de vida de la mayoría de los hongos patógenos los cuales son más susceptibles a las condiciones ambientales, como son la dispersión de las esporas para lo cual se requiere la lluvia, y la germinación que está en función de la temperatura y la humedad (11). En el caso específico de la roya se ha encontrado que la presencia de agua libre sobre las hojas es indispensable para la germinación de las esporas, puesto que la sola humedad, aún cuando se encuentre cercana a la saturación, no es suficiente para que ocurra ésta (8, 9).

Teniendo en cuenta que la disponibilidad de agua es limitativa para el desarrollo de la epidemia, se han hecho algunas observaciones sobre la forma como llega y permanece sobre las hojas del cafeto.

Woodhead (12) en Kenya, midió con diferentes instrumentos la humedad en las hojas y determinó que el agua proveniente del rocío se evaporaba antes de una hora, mientras que la de la lluvia permanecía, en la mayoría de los casos, por más de cinco horas.

En Brasil (7) se estudió la humedad de las hojas en cafetales zoqueados y descopados, y se encontró que su duración promedio causada por la lluvia era de 16,4 horas y por el rocío de 7,9 horas. Asimismo, se observó que en los dos casos anotados la duración se prolongaba más en la parte oeste del árbol y en las parcelas descopadas.

En las condiciones de Cenicafé - Colombia (3), se detectó rocío muy esporádicamente en el cultivo, y la hora del inicio de la lluvia fue determinante para la duración de la humedad en las hojas. En promedio la humedad permaneció 9,8 horas.

En el presente estudio se hicieron una serie de observaciones, en una plantación de café arábigo, en Cenicafé, con el propósito de determinar la fuente de humedad, y el cubrimiento y duración del agua de las superficies foliares (haz y envés). El período estudiado fue de febrero a julio de 1984.

MATERIALES Y METODOS

El Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE) tiene las siguientes características:

Coordenadas geográficas:	4 ⁰ 59' latitud norte y 75 ⁰ 36' longitud oeste
Altitud:	1.310 metros sobre el nivel del mar
Temperatura media anual:	20,7 °C
Lluvia media anual:	2.530 milímetros
Brillo solar anual:	1.960 horas

La temperatura no presenta variaciones estacionales, pero si importantes oscilaciones diarias entre 16^o y 28 °C, aproximadamente. Las lluvias se distribuyen a través de todo el año, destacándose como meses lluviosos: abril, mayo, octubre y noviembre, con precipitaciones medias de 275 mm, 276 mm, 316 mm y 263 mm, respectivamente.

Las observaciones se hicieron en un cafetal de la Variedad Colombia (Híbrido de Timor x Var. Caturra), a libre crecimiento, el cual tenía 3 1/2 años de edad. Los árboles estaban sembrados en terreno plano a dos metros entre surcos y un metro entre plantas, lo que posibilitaba una buena ventilación en la plantación; la orientación de los surcos era nortesur.

Se seleccionaron dos árboles a libre exposición, con una altura media de 2,20 metros y 40 pares de ramas primarias, y dos árboles bajo sombrío, de unos 2,40 metros de altura, con 50 pares de ramas primarias; el sombrío estaba conformado por árboles de una especie leguminosa de aproximadamente 20 metros de altura, distantes entre sí 10 metros.

En cada uno de los árboles escogidos se identificaron tres niveles, así:

- Nivel alto : 2 metros sobre el suelo.
- Nivel medio: 1,30 metros sobre el suelo.
- Nivel bajo : 0,30 metros sobre el suelo.

A su vez, en cada nivel se escogieron dos ramas primarias, una orientada al este y otra al oeste. Se hicieron lecturas en las áreas del primer, segundo y tercer par de hojas, las cuales

se denominaron hojas externas y en las hojas del resto de la rama, que constituyeron las internas (Figura 1). Con el fin de mantener siempre una misma posición de la hoja, a medida que se desarrolló un nuevo par en la rama, éste pasó a ser el primer par y el resto se desplazó en orden consecutivo.

Se efectuaron observaciones visuales de la presencia de agua libre en la haz de las hojas, del 7 de febrero al 27 de abril de 1984. Las lecturas se iniciaron a las 6 a.m., hora en que todavía no había salido el sol, y se continuaron con intervalos de una hora hasta cuando se detectó que las hojas estaban secas.

Las observaciones se cuantificaron empleando la siguiente escala de calificación:

Calificación	Cubrimiento de la hoja	Porcentaje
4	Húmeda toda la superficie	100
3	Húmeda tres cuartas partes de la superficie	75
2	Húmeda la mitad de la superficie	50
1	Húmeda la cuarta parte de la superficie	25
0	Seca toda la superficie	0

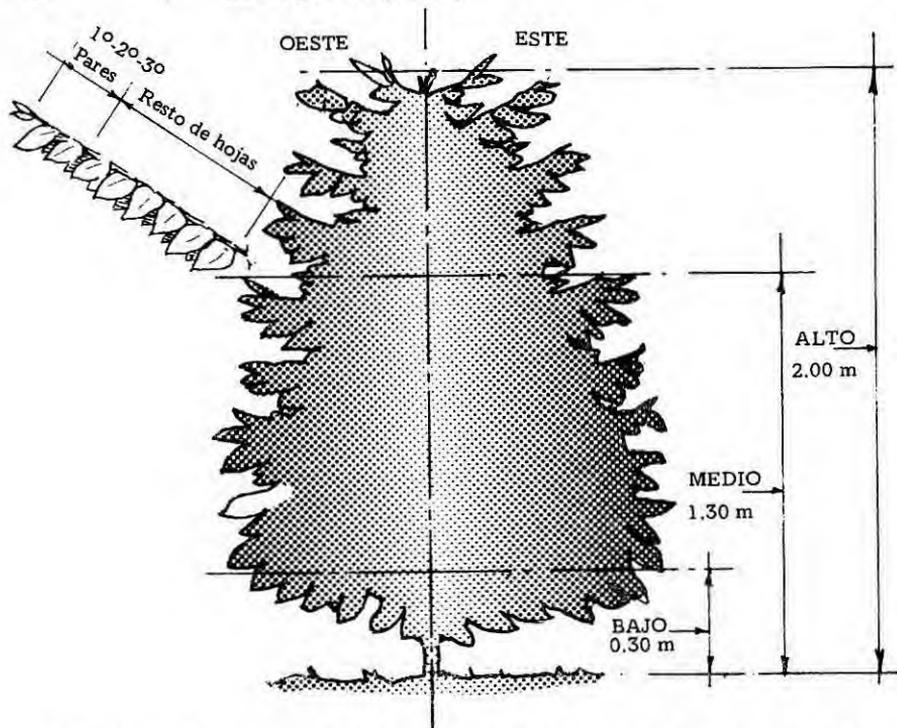


FIGURA 1.- Localización de las hojas para observaciones de humedad por la haz.

Para las observaciones por el envés de las hojas se utilizó una metodología que permitiera determinar la llegada del agua hasta allí, partiendo del hecho de que la roya se establece en este sitio. Para ello se usaron pequeñas tiras de papel filtro marcadas con tinta lavable, que se adhirieron al envés de la hoja en la parte adyacente a la nervadura central, como se aprecia en la Figura 2. Estas observaciones se hicieron en la parte interna, media y externa de la rama, en cada uno de los niveles ya citados, sin tener en cuenta la orientación este y oeste del árbol. Los papeles se colocaron a las 5 p.m., y se removieron a las 7 a.m., cuando se observó lavado de la tinta, por efecto de la humedad del envés de la hoja. Se determinó que el envés se había humedecido cuando el agua diluyó la tinta del papel filtro.

La información meteorológica utilizada, se obtuvo en una estación agroclimatológica, situada a 40 metros de la plantación.

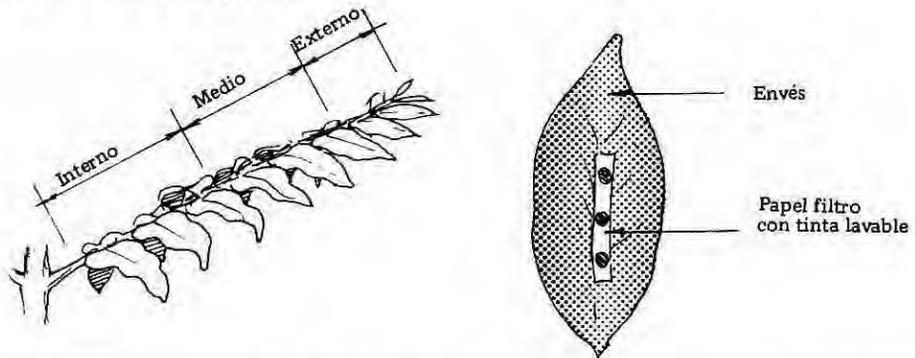


FIGURA 2.- Localización de las hojas y bandas de papel filtro para observaciones por el envés

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el período estudiado no se detectó rocío sobre las hojas de los cafetos; sin embargo, en casi todas las ocasiones se observaron húmedas las malezas aledañas al árbol, aún en días que no se había presentado lluvia la noche anterior. En un trabajo realizado en Cenicafé (3), se detectó rocío en seis ocasiones, en cinco de las cuales ocurrieron temperaturas menores de 16 °C y la humedad permaneció sobre las hojas menos de cinco horas. En Kenya se encontró que el rocío originó humedad en tallos y no persistió por más de 1,4 horas, con temperaturas superiores a 17 °C, siendo necesaria la lluvia para producir la humedad requerida para la dispersión y germinación de las esporas de C.B.D. (12). En el Brasil se observó rocío con una permanencia de 7,9 horas en promedio, variando de 2,6 a 14,6 horas; sin embargo fue mayor la cantidad de agua interceptada por la lluvia que la depositada por el rocío (7). Aún cuando las altas humedades y buenas cantidades de rocío pueden suministrar suficiente agua para el desarrollo de una limitada cantidad de esporas, bajo condiciones de campo, la lluvia es el agente que puede permitir el desarrollo masivo de las esporas de algunos hongos como el causante del C.B.D. (10).

El cubrimiento de la superficie foliar por el agua libre estuvo en función de la cantidad de lluvia caída. En las tablas 1 y 2 se consignan los porcentajes de área foliar humedecida para diferentes aguaceros, tanto para cafetales al sol como bajo sombrío; se aprecia que las lluvias mayores de 5,0 milímetros humedecieron toda la superficie de la hoja (100^o/o); Waller (11) afirma que se requieren entre 3 y 5 milímetros de lluvia para obtener la completa saturación del follaje. Solamente se halló un caso en el cual una precipitación de 17,3 milímetros, causó humedecimiento del 25 al 70^o/o de la superficie, lo que se puede atribuir a que dicha cantidad cayó en un lapso muy corto y con alta intensidad. Kirkpatrick (5) en un trabajo sobre lluvia recolectada debajo de árboles de café, encontró también una excepción con un aguacero de 16,3 milímetros, caído en 70 minutos, captándose menos lluvia de la esperada tanto en la periferia de las ramas como dentro del árbol.

Los aguaceros menores de 3,6 milímetros que mojaron parcialmente las hojas, mostraron la tendencia a humedecer en menor proporción las de los árboles a la sombra, posiblemente debido a que parte del agua es retenida por el sombrío; cantidades de 0,1 milímetros no llegaron a la hoja. Igualmente, se observó que en los tres niveles de las hojas internas la cantidad de agua captada fue menor.

Se destacó que lluvias superiores a 5 milímetros mojaron los tallos, las ramas y los frutos de la parte superior del árbol, y aguaceros mayores de 10 milímetros alcanzaron a llegar a

TABLA 1.- CANTIDAD DE LLUVIA Y PORCENTAJE DE SUPERFICIE HUMEDECIDA DE HOJAS DE CAFE. ARBOLES AL SOL.

Lluvia mm	N I V E L E S					
	A l t o		M e d i o		B a j o	
	Hojas externas o/o	Hojas internas o/o	Hojas externas o/o	Hojas internas o/o	Hojas externas o/o	Hojas internas o/o
5,3*	100	100	100	100	100	100
3,6	65	50	75	62	75	75
2,4	50	25	65	45	50	38
2,1	55	30	70	50	65	55
1,0	72	38	75	55	50	12
0,7	78	25	85	55	75	45
0,7	42	25	58	25	50	25
0,3	70	55	75	75	62	38
0,2	85	50	100	88	70	45
0,1	0	0	62	45	0	0

* Todos los aguaceros mayores de 5,3 milímetros mojaron el 100^o/o.

TABLA 2.- CANTIDAD DE LLUVIA Y PORCENTAJE DE SUPERFICIE HUMEDECIDA DE HOJAS DE CAFÉ. ARBOLES A LA SOMBRA.

Lluvia mm	N I V E L E S					
	A l t o		M e d i o		B a j o	
	Hojas externas 0/0	Hojas internas 0/0	Hojas externas 0/0	Hojas internas 0/0	Hojas externas 0/0	Hojas internas 0/0
5,3*	100	100	100	100	100	100
3,6	75	50	75	75	75	75
2,4	38	25	50	25	45	25
2,1	35	25	40	30	45	45
1,0	68	42	75	50	42	25
0,7	22	18	60	25	22	20
0,7	2	0	40	5	15	25
0,3	42	25	70	45	38	25
0,2	62	42	75	50	52	30
0,1	0	0	0	0	0	0

* Todos los aguaceros mayores de 5,3 milímetros mojaron el 100%.

los niveles más bajos. Waller (10) considera que las lluvias de menos de 3 milímetros pueden llegar a saturar las partes altas de los árboles.

En los árboles a la sombra, con lluvias por encima de 5,0 milímetros, se registró goteo desde el sombrero, hasta las 8 a.m., el cual se prolongó por una hora más cuando los aguaceros superaron los 20 milímetros. Las lluvias fuertes de corta duración ocasionaron escurrecimiento desde el sombrero hasta las 6 a.m. Por debajo de 5 milímetros el goteo se presentó esporádicamente.

Por otra parte, los aguaceros mayores de 5,0 milímetros fueron suficientes para humedecer el envés de las hojas en los árboles a plena exposición y bajo sombrero.

Bock (1) encontró que lluvias mayores de 7 milímetros llegaron al envés de la hoja, produciéndose mayor movimiento de las esporas de la roya a medida que aumentó la lluvia hasta los 68 milímetros que fue el máximo registrado en el experimento, y no se observó germinación ni dispersión de las esporas con lluvias menores de 7 milímetros.

Algunas lluvias inferiores a 4,6 milímetros humedecieron el envés en forma esporádica, lo cual coincide con lo hallado para el cubrimiento por la haz de las hojas.

Las lluvias mayores de 9 milímetros mojaron el envés de las hojas externas de los árboles al sol y a la sombra en todos los niveles estudiados. Solamente se registró un caso aislado del nivel bajo de árboles al sol en el cual las hojas permanecieron secas. En las hojas internas de la rama se registraron varios casos en los cuales no hubo humedecimiento, especialmente en el nivel bajo de los árboles a la sombra; frecuentemente se observó que aún en aguaceros fuertes el sector más bajo permaneció seco.

La forma de lavado en el envés de las hojas puede apreciarse en la Figura 3, donde se ilustra el efecto del humedecimiento para diferentes aguaceros.

El período de permanencia de humedad en la haz de las hojas se calculó desde el inicio del aguacero hasta cuando la hoja estuvo seca. En el análisis de varianza no se apreciaron diferencias significativas en la duración de la humedad respecto de la orientación de los árboles (este-oeste), los niveles (alto, medio y bajo), la posición de la hoja (externa e interna), y las condiciones de cultivo (sol y sombra).

El resultado anterior puede atribuirse a las características del terreno plano y de la plantación que permitía una buena ventilación y un calentamiento homogéneo del aire dentro de los árboles, el cual aumentó el poder evaporante de la atmósfera; el sombrero no modificó notablemente las condiciones microclimáticas debido al alto porte de los árboles que lo constituían.

Los valores medios de la duración de la humedad foliar se presentan en las tablas 3 y 4. El promedio general fue de 9,7 horas continuas de humedecimiento foliar con un coeficiente de variación de 36% y una desviación típica de 3,5. Se aprecia una ligera tendencia a que la humedad se prolongue por cerca de media hora más en las hojas internas del nivel medio y una hora más en las del nivel bajo, en comparación con el nivel alto.

La hora de inicio del aguacero, y por ende de la humedad foliar, fue fundamental para la duración del agua sobre la hoja; ya Cook (2) había demostrado que la hora de iniciación de la lluvia, más que su cantidad, determinaba la longitud del período de humedad, lo cual fue corroborado en un trabajo anterior realizado en Cenicafé (3).

Entre el inicio del aguacero (X) y la duración de la humedad foliar (Y) se determinó una relación muy estrecha con una variación explicada del 92% (Figura 4). Se puede apreciar que cuando el aguacero se inicia más temprano, dentro de los límites de 5 p.m. a 5 a.m., la duración de la humedad es mayor. Esto se debe a las condiciones climáticas de Cenicafé, que no permiten la evaporación del agua depositada en las hojas durante la noche.

Para la utilización de la ecuación se debe tener en cuenta que después de las 24 horas y para asegurar la continuidad del período de humedad, se acumularon los valores hasta 29 horas (5 a.m.).

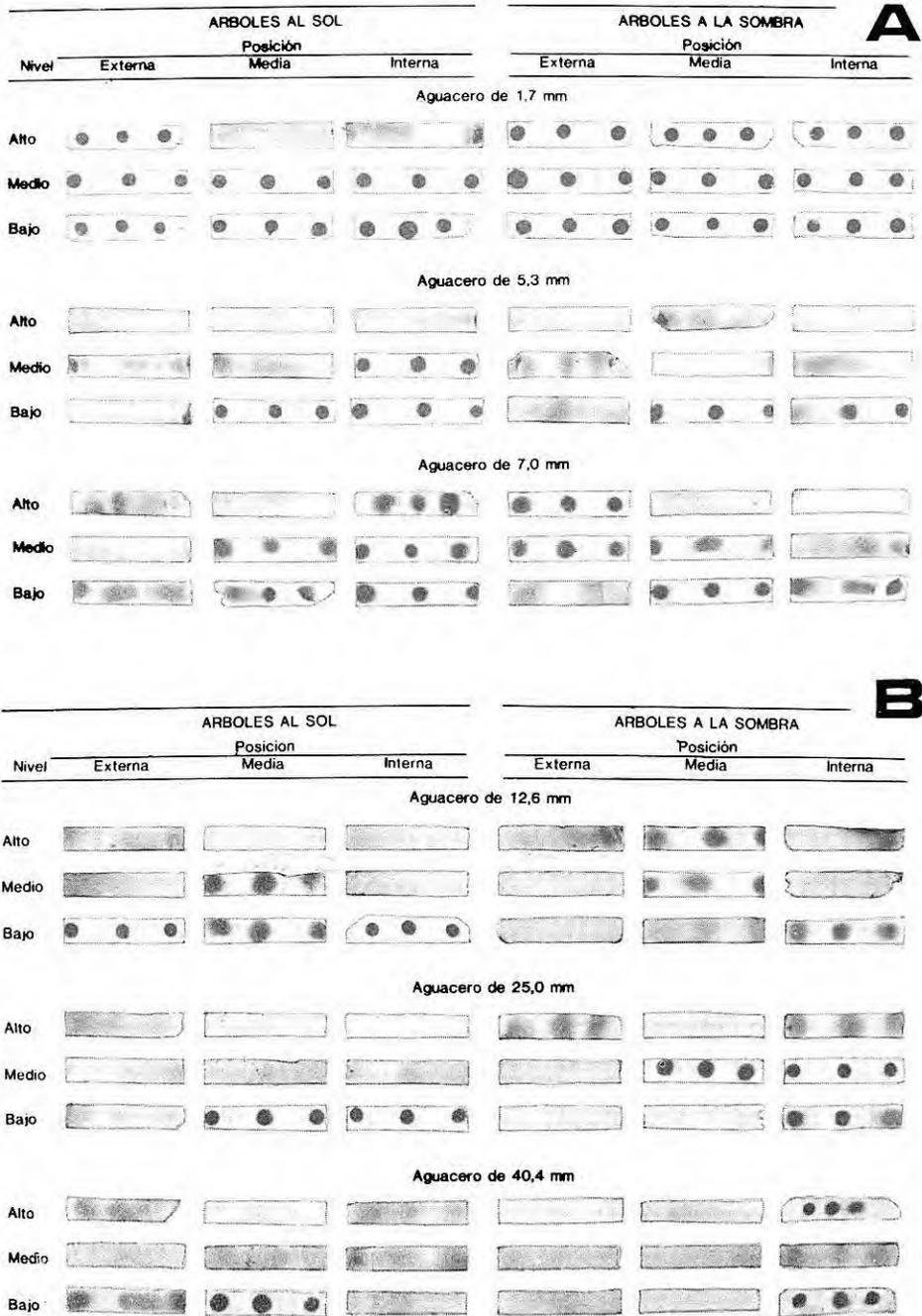


FIGURA 3.- Humedecimiento del envés de las hojas causado por diferentes aguaceros: A) Aguacero menor de 7 mm. B) Aguacero mayor de 12 mm.

TABLA 3.- VALORES DE LA DURACION DE LA HUMEDAD FOLIAR (HORAS). ARBOLES AL SOL.

	ESTE		OESTE		Promedio
	\bar{X}	c.v.	\bar{X}	c.v.	
NIVEL ALTO					
Hojas externas	9,9	34,1	9,6	36,3	9,8
Hojas internas	9,2	36,2	9,2	36,5	9,2
NIVEL MEDIO					
Hojas externas	10,0	33,6	10,0	32,9	10,0
Hojas internas	9,5	34,9	9,6	34,2	9,5
NIVEL BAJO					
Hojas externas	10,4	32,4	10,4	33,0	10,4
Hojas internas	10,8	32,8	10,6	32,7	10,7
Promedio general:	3,9				
Desviación típica:	3,4				
Coefficiente de variación:	34,1				

\bar{X} : Promedio en horas.

c.v.: Coeficiente de variación en %.

TABLA 4.- VALORES DE LA DURACION DE LA HUMEDAD FOLIAR (HORAS). ARBOLES A LA SOMBRA.

	ESTE		OESTE		Promedio
	\bar{X}	c.v.	\bar{X}	c.v.	
NIVEL ALTO					
Hojas externas	9,0	41,3	9,3	36,8	9,2
Hojas internas	8,7	41,7	8,8	42,4	8,8
NIVEL MEDIO					
Hojas externas	9,4	37,2	9,8	34,8	9,6
Hojas internas	9,4	41,6	9,6	35,7	9,5
NIVEL BAJO					
Hojas externas	9,6	37,5	9,6	36,8	9,6
Hojas internas	9,7	41,8	10,1	38,1	9,9
Promedio general:	9,4				
Desviación típica:	3,7				
Coefficiente de variación:	38,8				

\bar{X} : Promedio en horas.

c.v.: Coeficiente de variación en %.

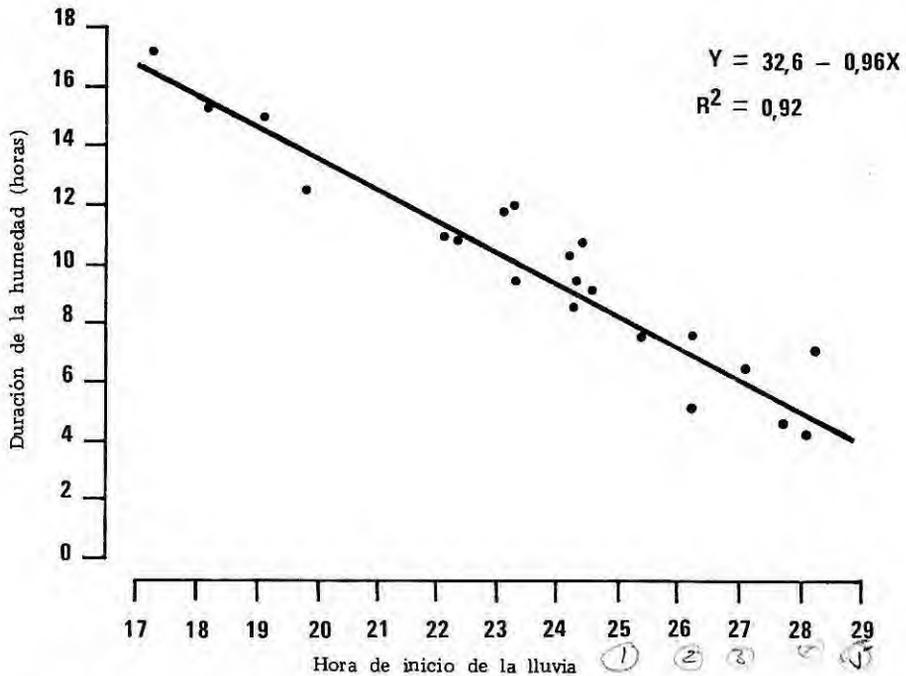


FIGURA 4.- Relación entre el inicio del aguacero y la duración de la humedad foliar.

Se encontró un máximo de 18 horas continuas de humedad foliar con un aguacero que empezó a las 17 horas; con lluvias más tempranas las hojas alcanzaron a secarse antes del anochecer; asimismo, los aguaceros caídos después de las 3 a.m., en pocas ocasiones, originaron una duración superior a las 6 horas. Woodhead (12) observó en Kenya que el período de humedad se extendía desde la 1 a.m. hasta la mañana siguiente; Cook (2) anota que las lluvias que comenzaron entre 14:30 horas y las 3:30 horas, garantizaron como mínimo cinco horas continuas de humedad, pero aquellas caídas entre 4:30 horas y 13:30 horas rara vez causaron más de cinco horas, independientemente de la cantidad de lluvia caída.

Se ha considerado la hora de inicio de humedecimiento igual para todas las hojas; por consiguiente las diferencias en la duración de la humedad se deben a la hora de secado en cada caso particular. En la tabla 5 se indican las horas promedio en que se secaron las hojas, y se deduce que con aguaceros mayores de 3,6 milímetros las hojas se secan alrededor de las 10 a.m., mientras que con lluvias menores de 2,4 milímetros a las 8 a.m. Waller (11) encontró para Kenya que las hojas se secaron, en promedio, a las 9:50 a.m. y Nascimento (7) en el Brasil señaló como hora promedio de secado las 10 a.m. Los resultados obtenidos por Gómez y Jaramillo (4) en un estudio en Cenicafé, ponen en evidencia que entre 9 a.m. y 10 a.m. y especialmente en días despejados, las temperaturas de las hojas empiezan a ser mayores que la del aire circundante, lo cual ocasionaría una rápida evaporación del agua depositada en ellas.

TABLA 5.- HORA DE SECADO DE LAS HOJAS.

	Nivel	Aguaceros mayores de 3,6 mm	Aguaceros menores de 2,4 mm
Arboles al sol	Alto	9:30	8:15
	Medio	9:40	8:50
	Bajo	10:30	9:15
Arboles a la sombra	Alto	9:30	7:20
	Medio	10:00	8:05
	Bajo	10:40	7:40
Promedio		10:00	8:10

Otro factor que influye en el secado de la humedad foliar es el brillo solar. Así, se observó cómo un aguacero de solo 3,6 milímetros, en ausencia de brillo solar, originó una permanencia de la humedad foliar hasta las 11 a.m. En cambio con una fuerte lluvia de 44,7 mm las hojas se secaron antes de las 9 a.m., cuando se registró un brillo solar de 1,7 horas. El secado más tardío registrado en este estudio correspondió a las hojas internas del nivel bajo de árboles a la sombra, las cuales en una ocasión permanecieron húmedas hasta las 13 horas.

No hubo relación significativa entre la duración de la humedad foliar y el brillo solar; ni entre el viento y la duración de dicha humedad. Sin embargo, la regresión múltiple respecto a las variables hora de inicio del aguacero y brillo solar con la duración de la humedad fue altamente significativa ($r = -0,96^{**}$), y su ecuación: $Y = 32,53 - 0,95x_1 - 0,19x_2$

Y = Duración de la humedad en horas.

x_1 = Horas de inicio del aguacero.

x_2 = Brillo solar en horas.

Lo anterior indica que la presencia del brillo solar en las primeras horas de la mañana acorta la permanencia de la película de agua sobre las hojas.

CONCLUSIONES

1. En el transcurso del experimento no se apreció rocío sobre las hojas de los cafetos; en consecuencia el agua proveniente de la lluvia fue el único aporte como fuente de humedad.

2. El humedecimiento total (100^o/o) del follaje por la haz se obtuvo con lluvias iguales o superiores a 5 milímetros; éstas a su vez causaron humedecimiento del envés de las hojas. De manera que, para las condiciones de Cenicafé, se puede señalar que la saturación del follaje, el movimiento de esporas de la roya en el árbol y su germinación, empezarán en una forma importante cuando la precipitación supere el valor citado; por tanto, lluvias inferiores a 5 milímetros no tendrían una influencia mayor en el desarrollo de la enfermedad.
3. La duración de la humedad foliar, en promedio para esta zona, fue de 9,7 horas, y las hojas se secaron alrededor de las 10 a.m.
4. La duración de la humedad sobre las hojas del cafeto no registró diferencias entre orientación (este-oeste) niveles del árbol (alto, medio y bajo), y posición en la rama (interna, externa). Lo anterior se atribuye a las características de la plantación que permitieron una buena ventilación. Tampoco se registraron diferencias en la duración de la humedad foliar entre árboles a plena exposición solar y aquellos con sombrío, posiblemente debido al porte alto de los árboles componentes del sombrío.
5. Los aguaceros que cayeron entre las 5 p.m. y las 3 a.m., originaron permanencia de agua libre sobre las hojas por un período superior a las 6 horas, condición altamente favorable para la germinación de las esporas del patógeno.
6. De acuerdo con la relación hallada entre el inicio del aguacero y la duración de la humedad foliar ($Y = 32,6 - 0,96x$, $r^2 = 0,92$), se puede estimar, con una buena aproximación, el período en el cual las hojas del cafeto permanecerán húmedas, como consecuencia de aguaceros registrados entre las 5 p.m. y las 5 a.m.
7. Entre los otros elementos meteorológicos analizados, el brillo solar mostró una ligera influencia sobre la duración de la humedad foliar, en cambio, el viento no tuvo ninguna.

BIBLIOGRAFIA

1. BOCK, K. R. Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under field conditions. Transactions of the British Mycological Society 45(1):63-74. 1962.
2. COOK, R. T. A. The effect of weather conditions on infection by coffee berry disease. Kenya Coffee 40(471):190-197. 1975.
3. GOMEZ G, L. Película de agua sobre las hojas de los cafetos. Cenicafé (Colombia) 35(4):94-101. 1984.

4. GOMEZ G , L.; JARAMILLO R., A Temperatura en árboles de café al sol. Cenicafé (Colombia) 25(2):61-62. 1974.
5. KIRKPATRICK, T W Studies on the ecology of coffee plantations in East Africa. I. The climate and eco-climates of coffee plantations. Amani, Tanganyka, East African Agricultural Research Station, 1935. 66 p.
6. KUSHALAPPA, A. C.; AKUTSU, M.; LUDWIG, A. Application of survival ratio for monocyclic process of *Hemileia vastatrix* in prediction coffee rust infection rates. Phytopathology 73(1):96-103. 1983.
7. NASCIMENTO, F. J. L. do; TUBELIS, A. Molhamento foliar em cafezal recepado e decotado. Turrialba (Costa Rica) 30(1):93-94. 1980.
8. NUTMAN, F. J.; ROBERTS, F. M. Coffee leaf rust. Pans 16(4):606-624. 1970.
9. RAYNER, R. W. Micología, historia y biología de la roya del cafeto. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas IICA 1972. 68 p. (Publicación Miscelánea No. 94).
10. WALLER, J. M. The weather and CBD. Kenya coffee 36(423):119-166. 1971.
11. WALLER, J. M. The incidence of climatic conditions favourable to coffee berry disease in Kenya. Kenya Coffee 37(446):157-166. 1973.
12. WOODHEAD, T. Micrometeorological studies of coffee berry disease. A field investigation into the incidence of the physical conditions favourable for spore germination. Annals of Applied Biology 62(3):451-463. 1968.