

INFESTACIÓN E INCIDENCIA DE BROCA, ROYA Y MANCHA DE HIERRO EN CULTIVO DE CAFÉ DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

INFESTATION AND INCIDENCE STUDY OF THE COFFEE BORER, COFFEE RUST AND IRON SPOT DISEASE ON THE COFFEE CROP IN CAUCA DEPARTMENT

ESTUDO DE INFESTACAO E INCIDÊNCIA DA BROCA, A FERRUGEM E A CERCOSPOREOSE O CULTIVO DO CAFÉ NO DEPARTAMENTO DO CAUCA

CONSUELO MONTES R.¹, OSCAR ARMANDO P.², ROBERTO AMILCAR CADENA³

RESUMEN

*El estudio de incidencia e infestación de plagas limitantes para café como Roya (*Hemileia vastatrix*), Broca (*Hypothenemus hampei*), y Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), se desarrolló entre marzo de 2006 y Diciembre de 2007 en cuatro municipios con ocho predios sensores. Se realizaron muestreos mensuales para incidencia e infestación de cada plaga. Se siguió la metodología propuesta por CENICAFÉ, 30 árboles/ha para evaluar infestación de Broca e incidencia de la Mancha de hierro y 10 para incidencia de Roya. Se registro temperatura, precipitación, humedad relativa y brillo solar para relacionar el comportamiento de las plagas con el clima. La incidencia e infestación superaron significativamente el*

Recibido para evaluación: 23/09/2011. **Aprobado para publicación:** 13/02/2012

- 1 M Sc Profesora de planta, Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tull, Grupo de Investigación para el Desarrollo Rural. Popayán, Cauca, Colombia.
- 2 MSc Profesor catedrático. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias
- 3 Ingeniero Agropecuario. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tull, Grupo de Investigación para el Desarrollo Rural. Popayán, Cauca, Colombia

Correspondencia: cmontesr@unicauca.edu.co

umbral de daño económico (5%) para cada plaga. El promedio de incidencia fue de 14,7% para Roya y 4,8% para Mancha de hierro, el de infestación para Broca fue de 4,7%. La temperatura y precipitación presentaron gran relación con la dinámica epidemiológica de las plagas. Altas temperaturas están relacionadas con alta incidencia e infestación de Roya y Broca, principalmente entre junio y septiembre, contrariamente a la Mancha de hierro que estuvo relacionada con alta precipitación, principalmente entre marzo y mayo. Estos resultados alertan acerca de la presencia de estas plagas en los cultivos de la región.

ABSTRACT

The epidemiological study was carried out on three Colombian coffee production limiting pests, i.e. Coffee borer (*Hypothenemus hampei* Ferrari), Coffee rust (*Hemileia vastatrix*) and Iron spot disease (*Cercospora coffeicola*) of four municipalities of the Cauca department. Eight sensing localities were selected and sampled monthly in order to obtain the infestation and incidence of each pest during 2006 and 2007 (from March and December). Sampling was done according to the process established by Cenicafé, 30 Coffee shrubs were taken for the Coffee borer and the Iron spot disease evaluation, and 10 for coffee rust evaluation per hectare respectively, the corresponding infestation and incidence percentages were obtained by grain and leaves counting. Temperature, precipitation, relative humidity and solar bright data were obtained from neighboring climatological stations, in order to relate the pests behavior with climate. The plagues infestation and incidence in most cases exceeded the 5% economical damage threshold; the mean incidence and infestation during the evaluation period was 14,7% for Rust, 4,7% for Coffee borer and 4,8% on Iron spot disease. The temperature and precipitation variables were the ones which exhibited closer relationship with the plagues epidemiological dynamics. High temperatures are related to high Coffee borer and Rust incidence, mainly between June and September, contrary to the Iron spot disease, which was related to high precipitations, mainly between March and May. The results give en alert concerning plagues presence on the regional crops.

PALABRAS CLAVES:

Enfermedades de las plantas, Cultivos, Epidemiología.

KEYWORDS: Plant diseases, Pests, Epidemiology

PALAVRAS CHAVE:

Doenças das plantas, Epidemiologia

RESUMO

No departamento do Cauca foi realizado um estudo epidemiológico de três pragas limitantes na produção de café (*Coffea arabica*): a ferrugem produzida pelo fungo *Hemileia vastatrix*, a Broca do café produzida pelo inseto *Hypothenemus hampei*, e a cercosporiose produzida pelo fungo *Cercospora coffeicola*. O estudo foi feito nos anos 2006 e 2007 em quatro municípios onde foram escolhidos 8 fazendas nas que foram realizadas amostragens para obter a percentagem de apresentação das doenças. As amostragens foram feitas segundo a metodologia proposta pelo CENICAFE. Trinta arbores por hectare foram avaliados para determinar a presença de Broca e a cercosporiose,

e dez para avaliar a presença de ferrugem. Foram registrados os valores de temperatura, precipitação, humidade, e brilho solar objetivando determinar a relação entre o clima e a presença de doenças. O nível máximo aceitável de infestação na plantação é do 5%. O promedio de infestação no período avaliado foi de 14,7% para a ferrugem, 4,7% para a Broca e 4,8 para a cercosporiose. Temperatura e precipitação foram as que apresentaram maior relação com a presença das doenças. Altas temperaturas estão relacionadas com maior apresentação de ferrugem e Broca, principalmente nos meses de junho e setembro, pelo contrario, a cercosporiose, altamente correlacionada com a presença de chuvas, ocorre principalmente nos meses de março e maio. Estes resultados alertan sobre a presença destas pragas nas plantações da região.

INTRODUCCIÓN

La planta de café, pertenece a las rubiáceas, que tiene 500 géneros y 8000 especies [1]. Uno de estos géneros es *Coffea* que comprende árboles, arbustos y lianas y aproximadamente 10 especies cultivadas por el hombre y 50 silvestres. Los granos de café o semillas están contenidos en el fruto que en estado de madurez toma un color rojizo denominado cereza.

El café requiere condiciones climáticas específicas para su producción, su cultivo exige condiciones especiales de suelo, temperatura, precipitación y altitud sobre el nivel del mar. Las condiciones ideales para el cultivo se encuentran entre los 1200 y 1800 m.s.n.m. y entre 19 y 21,5°C. En climas fríos, con temperatura menor que 19°C, las variedades se desarrollan menos, afectando la producción; en climas cálidos con temperatura promedio > 21,5°C, la vida productiva es más corta, la cosecha más temprana y más concentrada. En estas condiciones el ataque de la Roya es más severo y se incrementan plagas como la Broca y el minador [1]. La precipitación adecuada para el cultivo varía entre 1800 y los 2800 mm/año, con una distribución de por lo menos 120 mm por mes. Los períodos de lluvias excesivas favorecen la presencia de enfermedades como el mal rosado y la gotera y el exceso de lluvias puede afectar la floración. Si se presentan sequías excesivas, ocurre defoliación de la planta y se incrementa el ataque de araña roja, el minador y la Broca.

El Departamento del Cauca tiene 32 municipios cafeteros que por sus condiciones ambientales y de suelos de origen volcánico, producen café con características especiales de sabor, aroma, cuerpo y tamaño. El porcentaje de participación en la producción nacional es del 7% representado en 7.800.000 kg/año de café pergamino seco, razón por la cual el café toma gran importancia en el desempeño agrícola del departamento [2].

Sin embargo, las plagas representan un factor limitante para la producción de café, siendo las de mayor importancia económica la Broca (*H. hampei*), la Roya (*H. vastatrix*) y la Mancha de hierro (*C. coffeicola*), que se encuentran ampliamente distribuidas en los cafetales de Colombia ([3,4,5]). Estas plagas generan pérdidas y pueden llegar a hacer insostenible el cultivo, porque ocasionan daños físicos en hojas y frutos, alteran el desarrollo fisiológico de las plantas y disminuyen drásticamente la calidad del grano, con efectos posteriores como bajos rendimientos y mala calidad del producto.

Este trabajo evaluó el comportamiento de estas plagas y su relación con factores climáticos a través del registro mensual de niveles de incidencia en cuatro municipios cafeteros del departamento del Cauca, con el fin de establecer la importancia que tiene la relación plaga-factores climáticos, permitiendo determinar los períodos cíclicos de altas poblaciones de plagas, para establecer una medida oportuna de control preventivo que sea amigable con el hombre y el medio ambiente en el departamento del Cauca.

METODO

La información fue recopilada mediante observaciones de campo en fincas de los municipios de Timbío, El Tambo, Piendamó y Morales ubicados en el valle de Pubenza; utilizando los criterios de 'predio sensor' consistente en fincas cafeteras seleccionadas para hacer las evaluaciones de incidencia e infestación de las plagas más limitantes en la producción y calidad de café, con el fin de identificar, controlar y mantener los organismos nocivos por debajo del umbral de daño económico [4].

Para determinar la situación epidemiológica de las tres plagas se seleccionaron dos predios sensores en cada municipio (Cuadro 1), teniendo en cuenta el manejo y las condiciones de clima.

Cuadro 1. Características de los predios sensores utilizados para evaluar las plagas limitantes en café en el Departamento del Cauca, Colombia

Municipio	Vereda	Nombre de la finca	Altitud m.s.n.m	Longitud. oeste	Latitud norte
Morales	Matarredonda	Los Olivos	1722	76,61°	2,73°
Morales	Matarredonda	La Flor	1739	76,60°	2,73°
El Tambo	El Moral	La Alianza	1703	76,74°	2,43°
El Tambo	El Higuerón	El Minchinche	1696	76,44°	2,27°
Piendamó	El hogar	Villamiriam	1600	76,54°	2,71°
Piendamó	Octavio	El Pinar	1728	76,54°	2,69°
Timbío	La Marqueza	Chapala	1836	76,68°	2,36°
Timbío	Las Guacas	El Rastrojo	1837	76,70°	2,35°

Fuente [28, 29]

Cuadro 2. Código y ubicación de las estaciones climatológicas utilizadas en el estudio en el departamento del Cauca

Estación	Código	Municipio	Altitud (m.s.n.m.)	Lat. (N)	Long. (O)
La Trinidad	2602041	Piendamó	1671	02° 45'	76° 35'
Manuel Mejía	2603506	El Tambo	1735	02° 24'	76° 44'

Las visitas se hicieron cada mes (entre marzo y diciembre), con un período de tiempo igual entre cada toma de información.

Identificado cada predio, se aplicaron las metodologías diseñadas por CENICAFÉ [5] para determinar niveles de incidencia para Roya y Mancha de hierro e infestación para la Broca. La evaluación de las plagas se realizó en cultivos de café de 1 ha, con recorridos en zig-zag

Monitoreo para Roya. (*Hemileia vastatrix*). Se seleccionaron 10 árboles al azar y 10 ramas de cada uno de ellos, para un total de 100 ramas por lote. Se contó y registró en cada rama, el número total de hojas y el número de hojas con Roya amarilla.

Monitoreo para Broca del café. (*Hypothenemus hampei*). En cada lote se seleccionaron 30 árboles al azar y de cada uno se tomó una rama productiva, realizando dos conteos para determinar el número total de granos y el número de granos con Broca.

Monitoreo para Mancha de hierro. (*Cercospora coffeicola*). En cada lote se seleccionaron 30 árboles al azar, de cada uno se tomaron tres ramas, una en la parte baja, otra en la intermedia y otra en la superior. En cada rama se contaron y registraron el número de granos totales y de granos afectados por la plaga.

Análisis de la información. Para obtener los niveles de incidencia y de infestación de las plagas se utilizaron las metodologías sugeridas por CENICAFÉ [6]:

$$NIRA = \frac{\text{Total de hojas con roya en 100 ramas}}{\text{Total hojas en 100 ramas}} \times 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$NIB = \frac{\text{Total granos Brocados en 30 ramas}}{\text{Total granos en 30 ramas}} \times 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

$$NIMH = \frac{\text{Total granos con Mancha de hierro en 90 ramas}}{\text{Total granos en 90 ramas}} \times 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

NIRA: niveles de incidencia de Roya

NIB: el nivel de infestación por Broca

NIMH: el Nivel de incidencia de Mancha de hierro

Los datos de clima fueron obtenidos en las estaciones de CENICAFÉ en Piendamó y El Tambo (Cuadros 2 y 3), para comparar la variación del clima entre ambos años y su estabilidad en relación con los registros históricos, porque las estaciones están ubicadas en la zona de incidencia de los predios sensores.

RESULTADOS

Roya Hemileia vastatrix [7]. Este hongo pertenece a la clase Basidiomicetos [8], produce la Roya de las hojas del cafeto, limita el crecimiento de la planta e induce pérdidas importantes en la producción, afecta el área fotosintéticamente activa por invasión del tejido causando defoliación, secamiento de las ramas y finalmente la muerte de la planta [11,12]. A continuación se detallan los comportamientos regional y local de cada una de las plagas.

Comportamiento regional

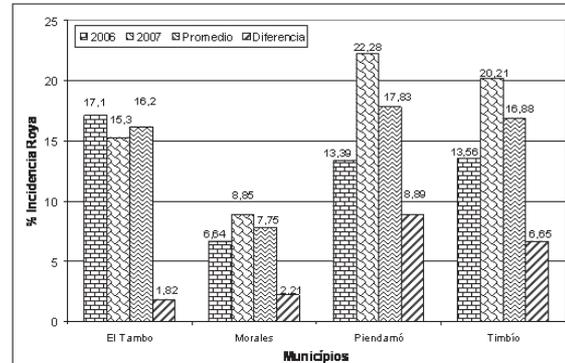
A nivel regional la incidencia promedio en el periodo 2006 – 2007 fue de 14,7%, siendo menor en el 2006 (12,7%) y mayor en el 2007 (16,7%), con un incremento de 3,9% en el año. El promedio estuvo por encima del umbral de daño económico estimado por CENICAFÉ (5%) [3]. De acuerdo con el promedio en el periodo (2006 – 2007), los municipios de Piendamó, Timbío, El Tambo y Morales reportaron altos niveles de incidencia, superando el umbral de daño económico (Figura 1).

A nivel regional el incremento en la incidencia correspondió a épocas con altos índices de brillo solar y temperatura, como lo sucedido entre marzo y julio (2006-2007) (Cuadro 3) cuando el nivel de incidencia pasó de 18,1% a 21,2%, mientras el brillo solar y la temperatura se incrementaron simultáneamente (109,35 h a 183,43 h y 18,12°C a 21,24°C). Es necesario aclarar, que si bien hubo periodos prolongados de precipitación, ésta modificó principalmente las condiciones de humedad relativa y la reducción de la temperatura,

Comportamiento local

Municipio de Piendamó. Registró la mayor presencia de la enfermedad, con un promedio de incidencia anual 2006 - 2007 de 17,8%. En 2006 se registró un promedio

Figura 1. Incidencia de Roya en plantas de cafeto en cuatro municipios del departamento del Cauca-Colombia



Cuadro 3. Promedios de incidencia de Roya y clima en el Departamento del Cauca, periodo 2006 – 2007

Meses	Roya	T	B S	P	H R
	(%)	(°C)	(h)	(mm)	(%)
Marzo	18,12	18,65	109,4	214	81,65
Abril	14,96	18,5	108,9	225	82,75
Mayo	18,55	18,85	118,5	231	82,25
Junio	19,41	18,8	130,3	68,6	76,28
Julio	21,24	19,5	183,4	66,6	67,45
Agosto	13,8	19,38	163,3	55	68,75
Septiembre	12,24	19,4	149	48	69,55
Octubre	11,18	18,43	124,7	343	79,43
Noviembre	8,64	18,07	106,8	272	83,35

de 13,4% de incidencia, el cual incrementó en el 2007 (22,3%), La distribución de la enfermedad fue similar en ambos años, con mayor intensidad en el 2007. Entre marzo y septiembre aumentó, para luego disminuir en el último trimestre del año. (Figuras 1).

Municipio de Timbío. Fue el segundo municipio con el promedio de incidencia 2006 - 2007 más alto (16,9%), al pasar de un promedio anual de 13,6% en el 2006 a 20,2% en el 2007, El comportamiento de la enfermedad fue irregular en los dos años, hubo disminución y aumento de la incidencia, principalmente entre marzo y julio, así como entre agosto y diciembre, la incidencia decreció de manera sostenida.

Municipio del Tambo. Fue el único donde disminuyó la incidencia de la enfermedad, pasando 17,1% en 2006 a 15,3% en 2007, pero igualmente superando el nivel de daño económico. En ambos años la distribución de la enfermedad fue similar, al presentarse la mayor incidencia entre marzo y julio, mientras que durante el resto del año la disminución de la incidencia fue gradual.

Municipio de Morales. El promedio de incidencia en el periodo 2006-07 fue el más bajo (7,8%) igualmente se presentó el menor incremento de incidencia en los años de estudio, al pasar de un promedio 6,6% en 2006 a 8,8% en el 2007, no obstante, superó el nivel de daño económico. El comportamiento de la enfermedad fue similar en ambos años y los registros más altos se presentaron entre marzo, mayo y julio del 2007, el resto del año la plaga disminuyó, con aumentos no significativos en octubre.

La distribución temporal de incidencia de Roya permitió observar que el aumento en la incidencia se dio en épocas cuando la temperatura incrementó (marzo – julio), lo que coincide con los hallazgos de Becker [7] quienes encontraron que entre los factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de *H. vastatrix* se destaca la temperatura como uno de los más importantes y que ésta actúa directamente sobre el proceso de germinación del hongo. Por su parte Leguizamón [9] encontró que el periodo de incubación es más corto en meses o en regiones con temperaturas elevadas.

En el presente trabajo se observó que el porcentaje de incidencia en cada año, dependió de la distribución anual de temperatura, sin embargo, es necesario señalar que las variedades de café utilizadas en la investigación correspondieron un 87,5% a caturra, la cual mediante estudios de CENICAFÉ [5] es catalogada como altamente susceptible a la acción del patógeno, el resto de material (12,5%) correspondió a variedad Colombia, que según lo observado en campo, mostró también susceptibilidad a la Roya en las condiciones ambientales del departamento del Cauca,

Broca (*Hypothenemus hampei*)

La Broca es un insecto que completa su ciclo desde huevo hasta adulto en 27,5 días, en ambientes con temperatura aproximada de 24,5°C ([14,15]. Esta plaga no solo causa la pérdida del fruto, sino que demerita la

calidad de la bebida [11]. La Broca penetra las cerezas y se reproduce en el interior del grano, causando la pérdida total y en muchos casos, la caída prematura de los frutos [12].

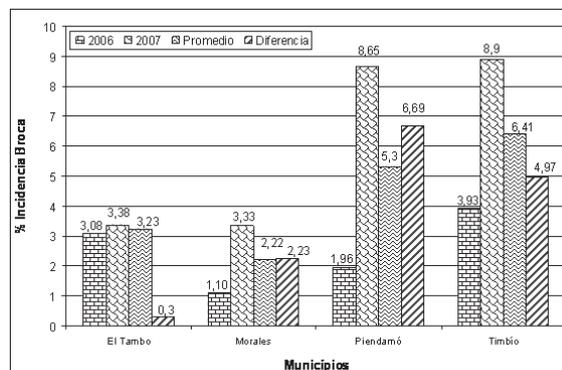
Comportamiento regional

El promedio de infestación de la Broca a nivel regional fue de 4,3% durante 2006 y 2007, un valor cercano al umbral de daño económico (5%) estimado por los investigadores de CENICAFÉ [15,17], por tanto, la plaga no fue limitante en 2006 cuando el promedio anual fue de 2,5%, pero sí en el 2007, cuando este promedio fue de 6,1% (Figuras 2).

Los municipios de Timbío y Piendamó presentaron los niveles de infestación más altos para la plaga (Figura 2), ya que los promedios 2006 - 07 estuvieron por encima del umbral de daño económico 6,4% y 5,3% respectivamente. Las infestaciones más bajas se observaron en los municipios del Tambo (3,2%) y Morales (2,2%), sin embargo, en todos los municipios la mayor infestación de Broca se presentó en 2007.

La tendencia en la infestación de Broca fue afectada por cambios de temperatura y precipitación (Cuadro 4). Se observó que la infestación se incrementó en periodos prolongados de sequía, tal relación se presentó entre junio y septiembre, cuando la infestación de la plaga incrementó de 3,6% a 5,2% y la temperatura promedio aumentó de 18,8°C a 19,4°C con presencia de bajas precipitaciones 68,5 mm - 47,9 mm.

Figura 2. Infestación de Broca en café en cuatro municipios del departamento del Cauca durante el periodo 2006-2007



Comportamiento local

Municipio de Timbío. Aquí ocurrió la infestación más alta de la Broca, tanto en el promedio anual 2006 - 07 (6,4%) como de manera individual en cada año 2006 (3,9%) y 2007 (8,9%). La presencia de la plaga tuvo un comportamiento diferente entre años, pero con mayor infestación en 2007, cuando en todos los registros mensuales se superó 5% de presencia. En 2006 la infestación presentó dos picos que superaron el umbral de daño económico, estos ocurrieron en abril (5,9%) y octubre (6,9%). Estas observaciones sugieren que en este municipio la Broca fue un serio limitante de la producción de café en los periodos del estudio. (Cuadro 4)

Municipio de Piendamó. Se presentó una alta infestación de Broca, con un promedio durante 2006 - 07 de 5,3%, valor por encima del umbral de daño económico. Además se presentó el mayor incremento entre años, al pasar de un promedio anual del 1,9% en el 2006 a 8,9% en el 2007. El comportamiento de la infestación varió en cada año, siendo menor en 2006 con la mayor infestación en agosto (3,4%), sin embargo, para 2007 superó el 5% en todos los meses.

Municipio del Tambo. La infestación de la Broca fue baja con un promedio de 3,2% en 2006 - 07, y

promedios anuales individuales en estos mismos periodos de 3,1% y 3,4%, respectivamente, valores por debajo del umbral de daño económico. Entre marzo y septiembre de ambos años la distribución de la plaga presentó un patrón de comportamiento irregular, caracterizado por la formación de picos, para luego describir una tendencia más estable entre octubre y diciembre.

Municipio de Morales. Presentó la infestación de Broca más baja, tanto en el periodo 2006 - 07 con 2,2% como de manera individual en cada año, con 1,1% y 3,3%, respectivamente. La distribución de la plaga tuvo un comportamiento similar en ambos años, con mayor infestación en 2007, superando en octubre de este año, el umbral de daño económico (6,6%).

La distribución de la infestación de Broca en la región estuvo relacionada con la presencia de altas temperaturas, de esta manera la mayor infestación ocurrió entre junio y septiembre, meses en los que la temperatura aumentó de 18,8°C a 19,4°C en promedio, resultado que coincide con lo obtenido por Bustillo [13] quien encontró que la dinámica de la Broca es muy variable y presenta su mayor incremento en épocas secas.

Durante las evaluaciones en campo fue común encontrar granos perforados en el árbol, factor que

Cuadro 4. Promedios de infestación de Broca y variables climáticas en El Tambo, Morales, Timbío y Piendamó

Meses	Broca (%)	T (°C)	B S (h)	Prec, (mm)	H R (%)
Marzo	5,41	18,65	109,35	213,98	81,65
Abril	4,59	18,5	108,9	225,03	82,75
Mayo	3,65	18,85	118,48	230,65	82,25
Junio	3,66	18,8	130,33	68,55	76,28
Julio	3,96	19,5	183,43	66,63	67,45
Agosto	4,24	19,38	163,3	54,95	68,75
Septiembre	5,22	19,4	149,03	47,95	69,55
Octubre	5,2	18,43	124,73	342,7	79,43
Noviembre	3,44	18,07	106,78	272,38	83,35
Diciembre	3,55	18,1	108,9	283,45	84,58

FUENTES: [18]; [19]y [2], T: temperatura; B S: brillo solar; P: precipitación; H R: humedad relativa

favoreció la permanencia de la plaga en los cultivos [14]. En periodos prolongados de sequía los frutos se caen y si tienen Broca, el desarrollo del insecto es más rápido, el tiempo generacional es más corto y hay una mayor reproducción dentro de los frutos caídos. Algunos autores [10] consideran que un fruto seco puede albergar entre 25 y 150 insectos adultos (de 25 a 150).

Aunque la presencia de la plaga coincidió con meses de mayor temperatura, la precipitación también afectó su epidemiología, ya que si bien las mayores lluvias ocurrieron en marzo - mayo y en octubre - diciembre, en el periodo seco (junio – septiembre) también ocurrieron algunas precipitaciones, que pudieron haber favorecido la aparición del insecto [19,20] que se encuentra refugiado en los frutos secos del árbol y del suelo y se dispersan por los cafetales,

Mancha de hierro. (*Cercospora coffeicola* Berk y Cooke) es un hongo de clase deuteromycete, con un periodo de incubación de 4 días en frutos y 17 días a fructificación [21,22]. La Mancha de hierro ataca hojas y frutos del café con amplia incidencia y severidad en la zona cafetera del país [16]. Este hongo inicialmente causa en el fruto pequeñas lesiones redondeadas rojizas, las que al unirse producen necrosamiento en los tejidos del exocarpo (pulpa). Como consecuencia de esta necrosis, la pulpa se une al pergamino produciendo lo que comúnmente se conoce como pasilla o guayaba [24,25].

Comportamiento regional. A nivel regional, el promedio de incidencia de la Mancha de hierro fue 4,7% en el periodo 2006-07, siendo este valor próximo al umbral de daño económico (5%) sugerido por CENICAFÉ. El promedio anual de incidencia en 2006 fue de 3,7%, el cual se incrementó a 5,8% en 2007. De los cuatro municipios seleccionados, Morales presentó el promedio de incidencia más alto (5,9%) en 2006 - 07, como también de manera individual para cada año (Figura 3). Además, presentó el mayor incremento en el nivel de incidencia (3,5%). En los demás municipios los promedios en 2006 – 07 y los anuales se comportaron de manera similar.

Se observó que hay interacción del brillo solar y temperatura con precipitación y humedad relativa. Este efecto se presentó entre marzo y mayo (Cuadro 5) cuando la incidencia aumentó de 5,5% a 8,4%, debido al incremento de la precipitación que paso de 213,9 mm a 230,7 mm y humedad relativa de 81,7% a 82,3%. No obstante entre junio y septiembre, época en la cual las variables brillo solar y temperatura aumentaron (130,3 h a 149 h y 18,8°C a 19,4°C, respectivamente) se observó un efecto contrario, la incidencia disminuyó de 5,6% a 3,7%.

Comportamiento local

Municipio de Morales. En este municipio se presentó la incidencia más alta, con valor promedio en todo el

Cuadro 5. Promedios de incidencia de Mancha de hierro y promedios de variables climáticas en el departamento del Cauca

Meses	Mancha de hierro (%)	T (°C)	B S (h)	P (mm)	H R (%)
Marzo	5,49	18,65	109,35	213,98	81,65
Abril	8,16	18,5	108,9	225,03	82,75
Mayo	8,41	18,85	118,48	230,65	82,25
Junio	5,63	18,8	130,33	68,55	76,28
Julio	4,03	19,5	183,43	66,63	67,45
Agosto	2,87	19,38	163,3	54,95	68,75
Septiembre	3,75	19,4	149,03	47,95	69,55
Octubre	4,45	18,43	124,73	342,7	79,43
Noviembre	2,81	18,07	106,78	272,38	83,35
Diciembre	2,07	18,1	108,9	283,45	84,58

FUENTE: [18]; [19] y [20], T: Temperatura; B S: Brillo solar; P: Precipitación; H R: Humedad relativa,

periodo de observación de 5,9%, con un promedio anual en 2006 de 4,2%. Aunque la presencia de la enfermedad en 2007 fue más alta, su distribución fue similar en ambos años, coincidiendo los mayores niveles con periodos de altas precipitaciones (marzo - mayo y octubre - diciembre). (Figura 3)

Municipio de Timbío. El promedio en 2006 - 07 fue de 4,9%. En 2007 se presentó una mayor incidencia que en 2006 (5,9% vs, 3,9%). La distribución de la enfermedad fue similar en ambos años. En 2007 la máxima incidencia ocurrió en marzo - mayo y en octubre, épocas que se caracterizaron por presentar altas precipitaciones.

Municipio del Tambo. El promedio de la incidencia de la enfermedad en el periodo 2006 - 07 fue de 4,1%, con un promedio anual en 2006 de 3,5%. En ambos años la máxima incidencia de la enfermedad se presentó entre marzo y mayo, el resto del año la incidencia disminuyó de manera progresiva hasta octubre del 2007 cuando se presentó una alta precipitación (473 mm), por lo cual la incidencia aumentó nuevamente.

Municipio de Piendamó. En 2006 - 07 se presentó el promedio de incidencia más bajo (4%). En 2007 la incidencia de la enfermedad fue mayor que en el 2006 (4,9% vs, 3,1%, respectivamente).

La distribución temporal de incidencia de Mancha de hierro estuvo más relacionada con la precipitación que con la temperatura, por lo que ocurrieron dos picos de la enfermedad (marzo - mayo y octubre - diciembre) correspondientes a dos épocas lluviosas. Esta tendencia es similar a la encontrada por Waller [15], quien en condiciones de campo encontró que la enfermedad se desarrolla principalmente en épocas de lluvias, ya que la producción de conidias ocurre principalmente en las horas nocturnas y en días fríos y nublados. Igualmente en meses de alta precipitación y baja temperatura ambiental, también se produce una alta cantidad de conidias. Entre marzo y mayo ocurre la cosecha principal de granos de café en la región, coincidiendo con una alta presencia de la enfermedad, lo que favorece la diseminación del hongo.

Los resultados mostraron que la Roya presenta la mayor incidencia y supera ampliamente el umbral de daño económico (Figura 4), mientras que la Broca y la Mancha de hierro fueron limitantes sólo en algunos

casos. Si bien las condiciones del clima afectan la epidemiología de las plagas, el manejo agronómico e integrado son ayudas valiosas para su control.

Variables de clima

A nivel regional la temperatura promedio en el periodo 2006 - 07 fue de 18,7°C, variando de 19,1°C en 2006 a 18,5°C en 2007. La época de mayor temperatura fue julio -septiembre.

El brillo solar presentó una tendencia similar a la temperatura alcanzando un promedio de 139 h en 2006 y 122 h en 2007. La disminución del brillo solar se presentó en el trimestre final del año.

La distribución de la precipitación fue similar en ambos años de estudio, pero con una intensidad diferente repartida en dos periodos de lluvias, el primero entre

Figura 3, Incidencia de Mancha de hierro en plantas de café en cuatro municipios del departamento del Cauca.

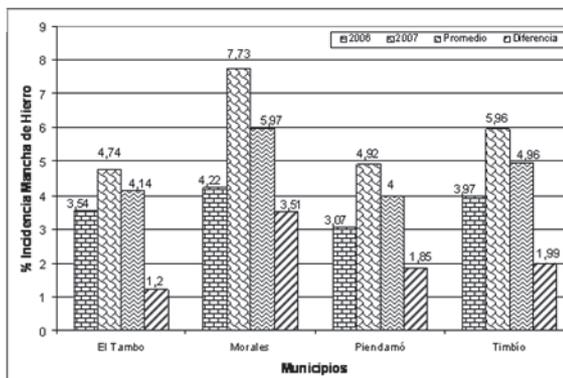
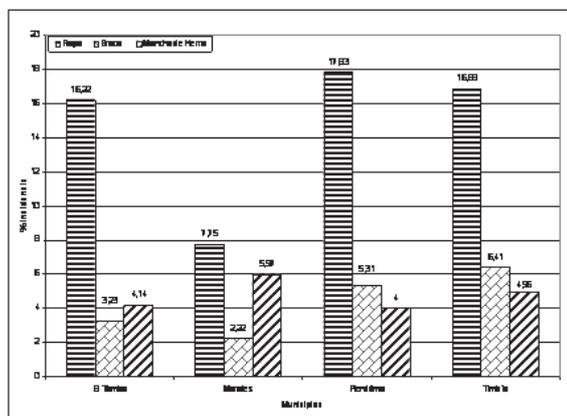


Figura 4, Promedios de incidencia de las plagas en los municipios del departamento del Cauca, Colombia.



marzo - mayo, y el segundo entre octubre - diciembre (Figuras 1, 2 y 3). De acuerdo con los registros de precipitación, en la región llovió con menos intensidad en 2006 (166,7 mm) e incremento para 2007 (194,52 m), con un promedio de 180,6 mm.

El porcentaje de humedad relativa anual fue muy similar en ambos años, con un promedio anual del 77,3% para el 2006 y 77,8% en 2007, con un promedio de 77,6%. Los registros de humedad más altos en ambos años se presentaron en las épocas más lluviosas entre marzo - mayo y octubre - diciembre.

Discusión

En los municipios del estudio la incidencia de cada patógeno fue diferente, presentando en unos casos ataques de Broca y Roya, pero con baja incidencia de Mancha de hierro. Sin embargo, la incidencia de los patógenos incrementó de un año para otro superando, inclusive, el umbral de daño económico. De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, la Roya presentó la epidemiología más alta (Figuras 1, 2 y 3), al registrar valores de incidencia por encima del umbral de daño económico (5%).

Se observó que las tres plagas presentaron patrones de comportamiento relacionados con las variables ambientales, principalmente con precipitación y temperatura; así, la Roya y la Broca mostraron relación con temperatura, mientras que la Mancha de hierro mostró relación con la precipitación. La presencia de la Broca y la Roya en todas las localidades fue mayor en periodos secos (junio - septiembre). Para el caso de Mancha de hierro en todos los municipios los mayores picos de la enfermedad se dieron en la primera época de lluvia (marzo y mayo) donde además, según Rendón [17] se concentra el 75% de producción de café en el departamento de Cauca, factor que favoreció la diseminación del hongo.

CONCLUSIONES

Se comprobó la presencia de Roya, Broca y Mancha de hierro en lotes cultivados con cafeto en los municipios de estudio, cuyos niveles de incidencia alcanzaron los umbrales de daño económico (5%) establecido por CENICAFÉ.

Se observó que en las condiciones del estudio, la incidencia de las plagas evaluadas (Roya, Broca y Mancha de hierro) está influenciada por los factores climáticos.

La Broca y la Roya presentaron mayor incidencia en periodos de altas temperaturas, mientras que la mayor incidencia de Mancha de hierro se presentó en épocas de alta precipitación

Este estudio demostró que de las tres plagas evaluadas, la Roya presentó el mayor porcentaje de incidencia, al superar ampliamente en todos los municipios el umbral de daño económico,

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad del Cauca y al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), al Comité de Cafeteros del Cauca y a la Doctora Martha I. Almanza por el apoyo en la realización de la investigación y al trabajo de grado de Roberto Amilcar Cadena, del cual se derivó el presente documento.

REFERENCIAS

- [1] FNC (Federación Nacional de Cafeteros). El café. [en línea]. Disponible: <http://www.cafedecolombia.com> Bogotá D.C, FNC, 2008, [citado en 12 septiembre de 2008].
- [2] FNC (Federación Nacional de Cafeteros). Características de la caficultura en el departamento del Cauca. Popayán (Cauca), 2007, 2 p.
- [3] SIERRA, C. A. y MONTOYA, E. C. Control de la Roya del cafeto con base en niveles de infección y su efecto en la producción, Chinchiná (Caldas). Rev. Cenicafe 2(46): 1995, p. 69 – 80.
- [4] MARTÍNEZ, O. L.; CEPERO, D. M. LÓPEZ, J. C. y SOTO, C. Las competencias laborales en la protección sanitaria y fitosanitaria. Bogotá D.C.; ICA, SENA y SAC, vol 7. 2007, p. 17 – 18.
- [5] CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café). Cómo determinar la infestación de Broca en un cafetal, En: Brocarta, 5:2, 1993.
- [6] CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café). Captura de adultos de Broca del café en trampas con atrayentes. En: Brocarta, Dic, 36: 2006, p. 3 – 11.

- [7] BECKER, R. S. El sistema café spp y *Hemileia vastatrix*. En: Becker R, Moraes W, y Quijano R, M, eds, La Roya del cafeto – Conocimiento y control. Eschborn. DE. Cooperación Técnica República Federal Alemania (GTZ), 1991, 281 p.
- [8] SAYAGO, M. A.; PÉREZ, N. E. y FARRERA, R. E. La Roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk, y Br. Estación experimental de Bramon (Venezuela). En: Boletín técnico 2: 1980, p. 10 – 18.
- [9] LEGUIZAMÓN, J. E. La Mancha de hierro del cafeto. En: Avances técnicos Cenicafé 246: 1997, p. 1 – 8.
- [10] BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS, M. R.; VILLALBA, D. A.; BENAVIDES, M. P.; OROZCO, H. J. y POSADA, F. F. Manejo integrado de la Broca *Hypothenemus hampei* Ferrari en Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café. Rev, Cenicafé, 22: 1998, p, 109 -112.
- [11] BUSTILLO, A. E. Estado actual de las recomendaciones sobre el manejo integrado de la Broca *Hypothenemus hampei* en la caficultura colombiana, Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), Chinchiná (Colombia). Avances técnicos Cenicafe, 1995, 1 p.
- [12] BENAVIDES, G. M. y CÁRDENAS, M. R. La Broca del café *Hypothenemus hampei*, Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). Colombia, Avances técnicos Cenicafé, 1: 1975, p. 65 – 68.
- [13] BUSTILLO, A. E. El manejo de cafetales y su relación con el control de la Broca del café en Colombia. Chinchiná (Colombia), Boletín técnico Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). No 24, 2002, p. 40.
- [14] CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café). Comportamiento de la Broca del café en las plantaciones. En: Brocarta 33: 1998, 4 p.
- [15] WALLER, J. M. *Cercospora coffeicola* Berk y Cooke, En: Kranz, J.; Schmutterer, H. y Koch, W. Enfermedades, plagas y malezas de los cultivos tropicales. Editorial Verlag Paul Parey, Berlin, 1982, 722 p.
- [16] RENGIFO, H. G.; LEGUIZAMON, J. E. y RIAÑO, N. M. Algunos aspectos biológicos de *Cercospora coffeicola*, Chinchiná (Colombia). Rev, Cenicafe 3(53): 2002, p, 169 – 177.
- [17] RENDÓN, J.; GARCÍA, J.; CUESTA, G.; MENZA, H.; MEJÍA, C.; MONTOYA, D.; MEJÍA, J. W.; TORRES, J.; SÁNCHEZ, P.; BAUTE, J.; JARAMILLO, A. y ARCILA, J. Distribución de las floraciones y la cosecha de café para el segundo semestre de 2009 en la Estación Central Naranjal y Subestaciones Experimentales de Cenicafé, Chinchiná (Colombia). Avances Técnicos Cenicafé, 2010, p. 1 - 4
- [18] INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Red de vigilancia Fitosanitaria del café, Popayán, Colombia, observación inédita, 2006 - 2007, (n.p.),
- [19] FNC – Cenicafé (Federación Nacional de Cafeteros) - (Centro Nacional de Investigaciones de Café). Disciplina de agroclimatología, archivos climáticos. 2009, p. 5.
- [20] CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café). Control de la Roya del cafeto con base en los niveles de infección. En: Avances técnicos Cenicafé 195: 2009, p. 3.