

ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE LAS PLAGAS BROCA *Hypothenemus hampei* Ferrari, ROYA *Hemileia vastatrix*, Berk. y Br Y MANCHA DE HIERRO *Cercospora coffeicola*, Berk y Cooke EN EL CULTIVO DEL CAFÉ *Coffea arabica* L. Y SU RELACIÓN DE INCIDENCIA FRENTE A FACTORES DE CLIMA EN CUATRO MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

ROBERTO AMILCAR CADENA ROSALES

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2009**

ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE LAS PLAGAS BROCA *Hypothenemus hampei* Ferrari, ROYA *Hemileia vastatrix*, Berk. y Br Y MANCHA DE HIERRO *Cercospora coffeicola*, Berk y Cooke EN EL CULTIVO DEL CAFÉ *Coffea arabica* L. Y SU RELACIÓN DE INCIDENCIA FRENTE A FACTORES DE CLIMA EN CUATRO MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

ROBERTO AMILCAR CADENA ROSALES

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingeniero Agropecuario**

**Director
CONSUELO MONTES R. M.Sc.
OSCAR ARMANDO PATIÑO PANTOJA M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2009**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del director

Firma del codirector

Popayán, 23 de Noviembre de 2009

Dedico este trabajo a mi familia, y de manera especial a mi amada madre y hermanas quienes siempre confiaron en mí, sin ellas nunca hubiese alcanzado esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Consuelo Montes por su constante apoyo para el desarrollo de este proyecto

Al profesor Oscar Patiño por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto en el Instituto Colombiano Agropecuario ICA seccional Cauca, y por su gran acompañamiento durante todo el proceso de desarrollo del mismo.

A la profesora Martha Almanza por sus grandes aportes en el proceso de estructuración del documento y su constante apoyo.

Al profesor Oswaldo Collazos por sus precisos aportes en la revisión del documento.

Y, a todos aquellos que hicieron posible este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 EL CAFÉ	15
2.2 PROPAGACIÓN DEL CAFÉ EN EL MUNDO	15
2.3 LLEGADA DEL CAFÉ A COLOMBIA	16
2.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA	17
2.4.1 Clasificación	17
2.4.2 Descripción del arbusto	17
2.4.3 Descripción del fruto del café	18
2.5 CLIMA PARA UN CULTIVO ÓPTIMO DE CAFÉ	19
2.6 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CAFÉ	20
2.7 MONITOREO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	22
2.7.1 Roya del café <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. y Br.	22
2.7.2 Broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari.	24
2.7.3 Mancha de hierro <i>Cercospora coffeicola</i> Berk y Cooke	26
3. METODOLOGÍA	29
3.1 LOCALIZACIÓN	29
3.2 UBICACIÓN DE LOS PREDIOS SENSORES	29
3.3 PERIODOS DE EVALUACIÓN	30
3.4 REGISTRO DE INFORMACIÓN	32

3.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	32
3.6 DATOS CLIMATOLÓGICOS	33
4. RESULTADOS Y DISCUSION	34
4.1 ROYA Hemileia vastatrix Berk. y Br	34
4.1.1 Descripción regional	34
4.1.2 Descripción local	36
4.2 LA BROCA Hyphotenemus hampei F.	39
4.2.1 Descripción regional	39
4.2.2 Descripción local	41
4.3 MANCHA DE HIERRO Cercospora coffeicola Berk y Cooke	44
4.3.1 Descripción regional	44
4.3.2 Descripción local	46
4.4 VARIABLES CLIMÁTICAS	51
4.4.1 Temperatura	51
4.4.2 Brillo solar	52
4.4.3 Precipitación	52
4.4.4 Humedad relativa	53
4.5 LINEAMIENTOS GENERALES	54
5. CONCLUSIONES	57
6. RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	65

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Información general de la zona cafetera Colombiana	21
Cuadro 2. Clasificación taxonómica roya amarilla	23
Cuadro 3. Clasificación taxonómica broca del café	25
Cuadro 4. Clasificación taxonómica mancha de hierro	27
Cuadro 5. Características de los predios sensores donde se evaluaron las plagas en el departamento del Cauca	31
Cuadro 6. Ubicación estaciones climatológicas	33
Cuadro 7. Promedios de incidencia de Roya en café y variables climáticas en cuatro municipios (El Tambo, Morales, Timbío y Piendamó) del departamento del Cauca durante los años 2006 – 2007	36
Cuadro 8. Promedios de incidencia de Broca en café y variables climáticas en cuatro municipios (El Tambo, Morales, Timbío y Piendamó) del departamento del Cauca durante los años 2006 – 2007	41
Cuadro 9. Promedios de incidencia de Mancha de hierro en café y variables climáticas en cuatro municipios (El Tambo, Morales, Timbío y Piendamó) del departamento del Cauca durante los años 2006 – 2007	46
Cuadro 10. Incidencia de Broca, Roya y Mancha de hierro en los años 2006 – 2007 en cuatro municipios del departamento del Cauca	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cultivo de café municipio de Timbío – Cauca	15
Figura 2. Roya amarilla en hoja de café	23
Figura 3. Grano perforado por broca	25
Figura 4. Mancha de hierro en fruto de café	27
Figura 5. Municipios con predios sensores en café departamento del Cauca	30
Figura 6. Recorrido y selección de árboles	32
Figura 7. Incidencia de Roya en café en cuatro municipios del Departamento del Cauca durante el ciclo 2006 – 2007	35
Figura 8. Comportamiento de la Roya en el cultivo de café durante los años 2006 – 2007 en 4 municipios del Departamento del Cauca a. Timbío, b. Piendamó, c. El Tambo y d. Morales	38
Figura 9. Incidencia de Broca en café en cuatro municipios del Departamento del Cauca durante los años 2006 – 2007	40
Figura 10. Comportamiento de la Broca en el cultivo de café durante los años 2006 – 2007 en cuatro municipios del Departamento del Cauca a. Timbío, b. Piendamó, c. El Tambo y d. Morales	43
Figura 11. Incidencia de Mancha de hierro en café en cuatro municipios del departamento del Cauca durante el ciclo 2006 – 2007	45
Figura 12. Comportamiento de Mancha de hierro en el cultivo de café durante los años 2006 – 2007 en cuatro municipios del Departamento del Cauca a. Timbío, b. Piendamó, c. El Tambo y d. Morales	48
Figura 13. Incidencia promedio de las tres plagas en los cuatro municipios seleccionados	50
Figura 14. Temperatura promedio en las estaciones locales seleccionadas del departamento del Cauca	51
Figura 15. Brillo solar promedio en las estaciones locales del departamento del Cauca	52
Figura 16. Precipitación promedio en las estaciones locales del departamento del Cauca	53

Figura 17. Humedad Relativa promedio en las estaciones locales del departamento del Cauca

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato de evaluación en campo mancha de hierro	65
Anexo B. Formato evaluación en campo de broca	66
Anexo C. Formato de evaluación en campo roya	67
Anexo D. Información climática mensual	68
Anexo E. Información climática multianual	70

RESUMEN

El sector cafetero es uno de los más fuertes en la economía regional de Colombia, por ser generador de empleo y por su aporte al producto interno bruto del país. Se realizó el estudio epidemiológico de las tres plagas más limitantes para la producción de café en Colombia: Roya *Hemileia vastatrix*, Broca *Hypothenemus hampei*, y Mancha de hierro *Cercospora coffeicola* en cultivos de café de cuatro municipios del departamento del Cauca. Para esto, se seleccionaron ocho predios sensores donde mensualmente se realizaron muestreos para la obtención del porcentaje de incidencia de cada plaga durante los años 2006 y 2007. Los muestreos se realizaron aplicando procesos técnicos establecidos por Cenicafe, los cuales consistieron en la selección del predio y mediante recorridos en zig – zag se tomaron 30 árboles para evaluar broca y mancha de hierro y 10 para roya por hectárea, en donde a través del conteo de granos y hojas afectadas por cada plaga se obtuvo el respectivo porcentaje de incidencia. Paralelamente, se obtuvieron los registros de las variables climáticas: Temperatura, Precipitación, Humedad relativa y Brillo solar, de dos estaciones climatológicas cercanas a los predios evaluados, para poder relacionar el comportamiento de incidencia de las plagas con la variación del clima. Los resultados de este estudio muestran que en el área de estudio la incidencia de las plagas superó en su mayoría significativamente el umbral de daño económico que es del 5% para las tres; el promedio de incidencia durante el período evaluado fue de 14.67% para roya, 4.69% en broca y 4.77% mancha de hierro. La distribución de las variables temperatura y precipitación a través del año fueron las que presentaron mayor relación con la dinámica epidemiológica de las plagas. Altas temperaturas están relacionadas con alta incidencia 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 por lo que es necesario que se amplíen este tipo de estudios a otros municipios del departamento y se aproveche al máximo la información generada por las estaciones climatológicas.

Palabras claves: incidencia, plagas, variables climáticas, Roya, Broca, Mancha de hierro.

ABSTRACT

The coffee sector is one of the strongest sectors in the Colombian regional economy, because it is an employment generator and its share on the country's gross internal product. The epidemiological study on the three most restricting pest for the coffee production in Colombia: coffee rust (*Hemileia vastatrix*), drilling bug (*Hypothenemus hampei*) and iron spot (*Cercospora coffeicola*) was performed in crops of four municipalities of the Cauca Department. During the years 2006 and 2007 eight sensor fields were selected where monthly sampling were done in order to obtain the incidence percentage of each pest. Samplings were realized using the Cenicafe's developed technical procedures, which included the field selection and samples of 30 trees for iron spot and drilling bug evaluation, and 10 trees for coffee rust per hectare, taken by going over the field in a zig – zag form, where through coffee grain and affected leaves counting for each pest the respective incidence percentage was obtained. At the same time, record of the climatic variables: temperature, precipitation, relative humidity and solar shine were obtained from two climatological stations near to the evaluated fields, in order to be able to relate the pests incidence behavior with the climate variation. The results of this work show that in the incidence studied area the pests incidence exceeded in its majority significantly the economic damage threshold which is considered to be 5% for all of tem; the incidence average during the evaluated period was 14.67% for coffee rust, 4,69% for drill bug and 4,77% for iron spot. The temperature and precipitation variables distribution throughout the year showed the largest relation with the pests' epidemiological dynamics. High temperatures are related with high incidence of coffee rust and drilling bug mainly during June and September opposite to the iron spot which was related to the high precipitation, mainly during March and May. These results make an alert about the presence of these pests in the crops of the region which makes necessary to broaden this kind of studies to other municipalities of the department and make a deeper use of the generated information generated by the climatological stations.

Keywords: Pests, Incidence, Climatic Variables, Coffee Rust, Drilling Bug, Iron Spot

INTRODUCCIÓN

El Cauca a pesar de ser un departamento con vocación agropecuaria enfrenta diversas restricciones en cuanto a producción y productividad en cultivos de importancia económica, suscitado por la presencia de plagas que afectan los rendimientos finales de éstos, siendo necesario buscar alternativas en el mediano y largo plazo, que disminuyan el impacto, no solo en la economía de los productores, sino también en la del Departamento.

El cultivo del café se presenta como una excelente alternativa para incrementar los ingresos económicos y mejorar la calidad de vida de cerca de 84.642 caficultores caucanos dedicados a la siembra de este cultivo en 32 municipios del departamento (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia FNC, 2007), beneficios logrados también por los participantes de la cadena de comercialización del cultivo, demostrando el impacto social positivo que el café le genera a la región.

Sin embargo, las plagas representan un factor limitante para la producción de café a nivel nacional. Siendo las de mayor importancia económica la Broca *H. hampei*, Roya *H. vastatrix* y Mancha de Hierro *C. coffeicola*, plagas que se encuentran ampliamente distribuidas en los cafetales Colombianos. Estas generan pérdidas para el productor y pueden hacer un cultivo insostenible, ya que 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 regular calidad del producto. Por esto, se consideró importante realizar el monitoreo de estas tres plagas a través de la toma de registros mensuales de porcentajes de incidencia durante dos años y relacionarlos con las variables climáticas de la región, considerando conceptos básicos de epidemiología, la cual es definida por Ortiz (1992) como, “el estudio de poblaciones patógenas en poblaciones hospedantes bajo la influencia de factores ambientales y la intervención humana”. Factores como el manejo agronómico del cultivo y las prácticas de postcosecha son controlados por el caficultor, siendo el factor clima imposible de controlar, pero si es posible evaluar su implicación en el comportamiento poblacional de las plagas, ya que el desarrollo de un individuo se ve limitado o favorecido por su interacción con el ambiente.

Los resultados finales del trabajo permiten contar con información básica para establecer la importancia que tiene la relación plaga-factores climáticos, permitiendo a través de su consulta, 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, mediante la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo del Café.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EL CAFÉ

Según la FNC (2008); se le conoce como cafeto o planta productora de café a un arbusto que se da en la región tropical, perteneciente a las rubiáceas, considerada como familia numerosa ya que abarca 500 géneros y 8.000 especies. Uno de esos géneros es el *Coffea*, que lo constituyen árboles, arbustos, y bejucos, y comprende unas 10 especies civilizadas, es decir, cultivadas por el hombre y 50 especies silvestres. Y según este mismo autor, los granos de café o semillas están contenidos en el fruto del arbusto, los cuales en estado de madurez toman un color rojizo y se les denomina “cereza”.

Figura 1. Cultivo de café municipio de Timbío – Cauca



Fuente: el presente trabajo, 2009

2.2 PROPAGACIÓN DEL CAFÉ EN EL MUNDO

Según FNC (2008), el papel que desempeñaron los pueblos de religión y cultura musulmana, particularmente los árabes, en la difusión del consumo del café y su cultivo fue muy importante. En el Siglo XIV, los árabes llevan la planta a Yemen, donde aparecen las primeras plantaciones y descubren sus virtudes y posibilidades económicas, tanto que guardaron sigilosamente las técnicas de cultivo y procuraron por todos los medios impedir la salida de las semillas

En los inicios del siglo XVII, el café fue llevado a Europa, entró por el puerto de Venecia en Italia, pasó luego a Holanda, Francia, Inglaterra y Alemania. Se

difundió el consumo por toda Europa y surgieron los establecimientos para tomar café. Después, en 1689 en Boston, Estados Unidos, se inauguró el primer sitio para tomar café.

La expansión del café como cultivo la iniciaron los holandeses para no depender de los árabes. Un comerciante holandés llamado Nicolás Witizen, después de muchos intentos, logró obtener unas semillas, las que llevó a la antigua Batavia (hoy Yakarta en Indonesia). De esta forma Holanda llegó a dominar la producción mundial de café. Por un tratado de paz, en 1713, Francia recibió su primer cafeto de manos holandesas y llegó a la corte del rey Luis XIV, quien encomendó su cultivo al eminente botánico Antonio de Jussieu, en el Jardín Botánico de París. Se cree que fueron los holandeses, quienes en 1714 trajeron las primeras semillas de café al nuevo mundo, en la Guayana Holandesa (hoy Surinam).

Más tarde los franceses decidieron enviar una mata de café a sus colonias de América (Martinica y Guayana Francesa), con el capitán francés de nombre Gabriel De Clieu, quien pasó innumerables aventuras para llevar viva la planta a su destino.

2.3 LLEGADA DEL CAFÉ A COLOMBIA

Según la FNC (2008), no se sabe a ciencia cierta quién o quiénes introdujeron el cultivo del café a Colombia, ni en qué época, ni cuál fue la región del país donde primero se hicieron las plantaciones. Varias hipótesis existen en torno a la llegada del café a territorio Colombiano. Una de ellas cuenta que las semillas entraron por el oriente a territorios de los departamentos de Norte de Santander y Santander, procedentes de Venezuela; para otros, el cafeto llegó por la región del Urabá, Antioqueño, desde Centro América.

Se dice que los primeros cultivos se realizaron en los departamentos de Santander y Cundinamarca, años más tarde a principios del siglo XX, se difundió por los departamentos atravesados por la cordillera central, extendiéndose hacia las vertientes de la occidental, aunque tuvo su mayor arraigo en la zona antioqueña.

Todo parece indicar que la historia del café en Colombia está ligada a la iglesia cristiana, prueba de esto fue la modalidad implantada por el párroco de Salazar de las Palmas, Francisco Romero, ferviente admirador de la planta, quien imponía como penitencia a sus feligreses la siembra de cafetos, según la gravedad de sus pecados. Este ejemplo lo adoptan otros sacerdotes y así se propaga el cultivo por el nororiente del país.

Luego de dichos acontecimientos, son muchos los registros acerca de la siembra de café en distintas regiones del país. Desde 1850 el cultivo del café se propagó desde Santander hacia otras regiones del país, particularmente hacia Antioquia. Este desplazamiento se hizo más efectivo entre 1874 y 1900 y recibió un particular impulso con la inauguración del ferrocarril de Antioquia en 1893, que ofreció a los nuevos caficultores facilidades para transportar sus cosechas.

Desde 1875 y hasta 1925 el café en Antioquia se convirtió en el mayor producto de exportación. Hacia finales de la década de los 20, el café representaba casi el 75% de la exportación total del país. En 1890 Colombia exportaba aproximadamente 300.000 sacos al año y a principios de 1930 ya exportaba más de 3 millones.

La zona cafetera se dispersa a lo largo de las pendientes de las cordilleras en el clima templado, concentrándose en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío, Tolima y Valle del Cauca.

Otra versión es la del sacerdote jesuita español José Gumilla, quien en su obra *El Orinoco Ilustrado*, cuenta acerca de la plantación de las primeras semillas de café en territorio colombiano dentro de la misión de Santa Teresa de Tabage. Luego, los jesuitas llevaron semillas de café a Popayán y las sembraron en 1736, en el seminario que tenía la comunidad en esa ciudad.

2.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA

2.4.1 Clasificación. Los arbustos que producen el fruto del café pertenecen al género *coffea*, familia de las rubiáceas, existen alrededor de cincuenta especies diferentes, aunque solo dos de ellas tienen importancia comercial; *coffea arábica* y *coffea canephora*, la cual recibe el nombre vulgar de robusta. (FNC, 1988).

2.4.2 Descripción del arbusto. Cuando la planta alcanza su pleno desarrollo es un árbol en forma de arbusto y con varios troncos, en estado silvestre crece hasta 10 m y se acostumbra bajarlo hasta una altura de 2 m podándolo constantemente, el cultivo de nuevas variedades de plantas ha conducido a que los árboles no pasen una altura de 3m (FNC, 1998).

Hojas. Son duraderas y se ubican sobre las ramas en forma opuesta de par en par, son de pecíolo corto, entre ovaladas y lanceoladas, y su tamaño varía de

20 a 15 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho; el tallo es duro y de color amarillo claro (FNC, 1998).

La Raíz. Es un órgano importante, a través de ella la planta toma el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento y producción; en la raíz se acumulan sustancias que alimentan las hojas y los frutos, y dan anclaje a la planta. El cafeto tiene una raíz principal que penetra verticalmente en suelos sin limitaciones físicas, hasta profundidades de 50 centímetros. De esta raíz salen otras raíces gruesas que se extienden horizontalmente y sirven de soporte a las raíces delgadas o absorbentes, llamadas también raicillas (FNC, 2008).

Flores. Blancas y recuerdan por su olor y color el Jazmín, poseen cinco pétalos y son de forúnculo corto. Dos o tres de ellas se agrupan en el glomérulo. El capullo toma color blanco apenas poco antes de abrirse y se marchita muy rápido, con frecuencia en un lapso de horas (FNC, 1998).

La fruta. Madura tiene una piel roja que rodea la pulpa, entre carnosa y gelatinosa, dulce y de color amarillo claro, ahí se encuentran las semillas, es decir, los granos de café con sus lados convexos hacia afuera y los planos dispuestos el uno contra el otro, tiene cáscara delgada de color amarillo pálido. El pergamino, rodea ligeramente a cada uno de los dos granos de café; a la cáscara apergamada esta adherida una capa gomosa, delgada y resistente, la semilla está recubierta por una membrana plateada fina (FNC, 1998).

2.4.3 Descripción del fruto del café. A continuación se describe cada una de las partes del fruto (FNC, 1998):

- **Epidermis o exocarpio.** Su color varía de verde a amarillo o rojo intenso y, en algunos casos, hasta morado o negro.
- **Mesocarpio.** También denominado *pulpa*, está constituido por una gruesa capa de tejido esponjoso, rico en azúcares y mucílagos, cuyo espesor, es de cerca 5 mm.
- **Pergamino.** Membrana de color amarillo de consistencia dura y frágil, compuesto principalmente por celulosa.
- **Película plateada.** Capa más fina que la anterior.
- **Grano a almendra.** Dos granos unidos por sus caras planas, constituidos por azúcares, proteínas, grasa, minerales y alcaloides.

- **Embrión.** Germen que se encuentra en la base del grano.

2.5 CLIMA PARA UN CULTIVO ÓPTIMO DE CAFÉ

De acuerdo con FNC (2008) el clima óptimo para el cultivo de café debe presentar las siguientes características:

Temperatura. La zona óptima para el cultivo del cafeto se encuentra entre 19 y 21.5 °C. En climas fríos, donde la temperatura media es menor de 19°C, las variedades de café se desarrollan menos, su producción es menor y la cosecha se distribuye a lo largo del año. En climas calientes, donde la temperatura media es mayor de 21.5 °C, la vida productiva del cafeto es más corta, la cosecha más temprana y más concentrada. El ataque de la roya es más severo y se incrementan plagas como la broca y el minador.

Precipitación. Se considera apropiada para el cultivo una cantidad de lluvia comprendida entre los 1.800 y los 2.800 milímetros anuales, con una buena distribución en los diferentes meses del año. Se requieren por lo menos 120 mm al mes. Períodos de mucha lluvia favorecen la presencia de enfermedades como el mal rosado y la gotera. El exceso de lluvias también puede afectar la floración del cafetal, disminuyéndola o dañándola. Si se presentan sequías excesivas, las hojas del cafeto pueden caerse por falta de agua y se puede incrementar el ataque de plagas como la arañita roja, el minador y la broca.

Humedad del aire o humedad relativa. Este componente del clima presenta altas variaciones entre el día y la noche. En la zona cafetera el aire es normalmente húmedo.

Vientos. Son los encargados de transportar el vapor de agua y las nubes, haciendo variar algunos componentes del clima como las lluvias, la temperatura y el brillo solar. En general, las zonas más adecuadas para el cultivo del cafeto se caracterizan por presentar vientos de poca fuerza.

Brillo solar y nubosidad. La principal fuente de energía para las plantas es la radiación del sol que llega a ellas dependiendo de la presencia o ausencia de nubes y la orientación de las laderas con relación a la salida del sol. El brillo solar se expresa como el número de horas en las cuales el sol brilla en un período dado. El brillo solar en la zona cafetera se encuentra entre 1.600 y 2.000 horas de sol al año (4.5-5.5 horas de sol al día).

Ubicación y Clima. El café necesita condiciones climáticas específicas para su producción, aunque es un producto propio de la zona tropical, su cultivo exige además, condiciones especiales de suelo, temperatura, precipitación atmosférica y altitud sobre el nivel del mar. Las condiciones ideales para el cultivo se encuentran entre los 1.200 y 1.800 m.s.n.m.

En la actualidad, el cultivo del café en Colombia está ubicado, en su gran mayoría, sobre el perfil de las laderas de sus tres cordilleras; y en menor escala en la Sierra Nevada de Santa Marta. Las zonas cafeteras colombianas están ubicadas en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Caquetá, Casanare, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle.

Se cultivan únicamente los cafés arábigos, representados por las variedades Típica (también conocida como Arábigo, Pajarito o Nacional), Borbón, Caturra, Colombia y Tabi, las cuales producen una bebida suave, de acidez y aroma pronunciados y amargo moderado, de mayor precio y aceptación en el mercado mundial.

En Colombia se recoge café durante todo el año. Se dan dos cosechas, una grande que se llama cosecha principal y una pequeña denominada traviesa o mitaca, que produce aproximadamente una tercera parte de la principal. Estas características permiten ofrecer al mundo café fresco durante todo el año.

2.6 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CAFÉ

Colombia es un país de contrastes, pero no sólo de contrastes geográficos, climáticos y naturales sino también de contraste culturales, de costumbres, tradiciones, creencias y formas de vida de acuerdo a la región en la que se habite. Y es que el café en Colombia es mucho más que un simple cultivo o una forma de sustento, el café es el orgullo de todos los colombianos y es el motor del desarrollo económico y social de las zonas rurales (FNC, 2008).

Si bien es cierto que hay marcadas diferencias culturales, también existes grandes similitudes entre la Gran Familia Cafetera Colombiana: honestidad, tolerancia, respeto, compromiso, solidaridad, tesón, lucha y optimismo son sólo algunos principios y valores que se encuentran en los caficultores de cualquier región colombiana. Por eso 513 mil familias cafeteras están organizadas y trabajan unidas en procura del bienestar común. Este principio ha sido la base para que, después de ochenta años continúen agremiados y junto con sus Instituciones se hayan convertido en el motor de desarrollo social, cultural y económico del país, con el aporte en la construcción de puentes, acueductos,

puestos de salud y escuelas, que son tan sólo algunas de las obras que los cafeteros le han entregado a Colombia (FNC, 1998).

Describir la importancia del café en Colombia es algo complejo, debido a la forma multifacética como el grano se ha relacionado e influido en aspectos económicos, culturales, políticos e institucionales de la sociedad en nuestro país. En Colombia el sector cafetero ha actuado como motor de la economía. Gracias al café, desde el siglo pasado Colombia pudo hacer la transición de una economía basada en mulas, el tabaco y el oro hacia la industria, el comercio, la banca y en general sentar bases para su despegue económico (FNC, 1998).

El café ha sido ya por más de un siglo el principal producto de la economía nacional y por tanto el que mayor incidencia ha tenido en el desarrollo económico de Colombia (cuadro 1). La importancia no se ha limitado a su impacto en el crecimiento económico a través del aumento de las exportaciones, si no que su influencia ha trascendido a otros sectores y otras variables claves del desarrollo nacional, se debe recordar su interrelación con el transporte interno, su vínculo con el empleo y la situación social, su relación con las finanzas, su impacto en el desarrollo industrial, y en la conformación del mercado interno, su incidencia en el desarrollo institucional y aun sus vínculos con la política nacional (FNC, 1998).

Cuadro 1. Información general de la zona cafetera Colombiana

Zona cafetera	3'050.141 hectáreas
Área café	874.000 hectáreas
Producción	12,1 Mills. s/s 60 kilogramos
Municipios cafeteros	590
Caficultores	513.000
Empleos directos	640.000
Empleos directos e indirectos	1'000.000
Personas dependientes del café	2'000.000
Destino exportación	36 países
Empleo agrícola	29,5%
Aporte al PIB Agropecuario	12,4%

Fuente: FNC, 2007.

El Cauca cuenta con 32 municipios cafeteros que debido a su especial oferta ambiental, su clima y sus suelos de origen volcánico, producen café con características especiales por su sabor, aroma, cuerpo y tamaño. El porcentaje de participación de nuestro departamento a la producción nacional de café es del 7% representado en 7.800.000 kg de café pergamino seco al año, razón por

la cual el café toma gran importancia en el desempeño agrícola del departamento (FNC, 2007).

2.7 MONITOREO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El monitoreo tiene como finalidad, (1) conocer el estado fitosanitario del cultivo, (2) determinar la evolución de la población de las plagas y, (3) controlar la efectividad de las medidas de manejo realizadas después de la aplicación de una medida de control, Para poder decidir correctamente las medidas a adoptar, el registro de las condiciones ambientales deberán acompañar el monitoreo (Armendaríz y Guadalupe, 2002 [c.a]).

El concepto de monitoreo no abarca solamente la verificación de la etapa de desarrollo y la densidad de población del enemigo biológico a través de muestreo. El monitoreo comprende la inspección continua de el clima, el cultivo y el organismo dañino, para tratar de determinar con precisión los períodos en que se presentan las condiciones favorables para la aparición de una plaga o enfermedad (Armendaríz y Guadalupe, 2002 [c.a]).

Tres aspectos definen el monitoreo de una determinada plaga: (1) criterio de muestreo: ¿Cuántas plantas observar? ¿De qué parte del cultivo?, (2) el parámetro a determinar: daño o el número de individuos de un cierto estadio o grupo de estadios de la plaga, y (3), localización de la plaga o enfermedad: ¿Qué órgano observar? y ¿En qué parte de la planta? (Armendaríz y Guadalupe, 2002 [c.a]).

Para medir la población de una plaga es necesario contarlas, o sea, establecer el número de individuos existentes en un momento determinado en un área específica; en el caso de la broca y otros insectos, es imposible hacer un censo, por lo cual se debe acudir al muestreo, apoyado en fundamentos estadísticos (Cochran y Elliot, 1977; Southwood 1978, Taylor 1984).

Existen diferentes tipos de muestreo, sin embargo, el más apropiado es el aleatorio, debido a que se pueden hacer inferencias estadísticas de los parámetros estimados (Bustillo *et al*, 1988).

2.7.1 Roya del café *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. En 1869 la roya fue clasificada por el Micólogo y Taxónomo M.J. Berkeley (cuadro 2), junto con las ilustraciones realizadas por el Sr. Broome (Rayner 1977; Sayago *et al*, 1980).

Cuadro 2. Clasificación taxonómica roya amarilla

Clase	Basidiomicetos
Sub-clase	Hemibasidiomicetos
Orden:	Uredinales
Familia:	Puccinaceaceae
Género:	<i>Hemileia</i>
Especie:	<i>Vastatrix</i>

Fuente: Sayago, 1980

Sintomatología y daños. La roya anaranjada *H. vastatrix* produce manchas redondas en el envés foliar, que al principio son muy pequeñas, de color amarillo claro y translúcidas. El color varía de acuerdo con las condiciones ecológicas del lugar y según la raza del hongo. Al iniciarse la infección, las pequeñas manchas son circulares con un diámetro de unos 2 mm, pero conforme la enfermedad avanza alcanzan hasta 3 cm. o más y puede unirse con otras infecciones para formar una lesión más o menos irregular que a veces puede abarcar gran parte de la superficie foliar (figura 2). Las lesiones de *H. vastatrix* se hacen visibles también en el haz en forma de manchas aceitosas a los pocos días de su aparición en el envés foliar representando los soros de la roya (Thurston, 1989).

Figura 2. Roya amarilla en hoja de café



Fuente: el presente trabajo, 2009

Reconocimiento y diagnóstico. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 1988, afirma que las fructificaciones del hongo en su ataque se manifiestan a nivel foliar y las estructuras del patógeno se evidencian en el envés del follaje del hospedante. Regalado (1983) anota que esta característica es la que permite a nivel de campo identificar un posible ataque de *Hemileia vastatrix*, ya que es el síntoma único de la enfermedad exteriormente.

Medios de diseminación. La diseminación de la roya del cafeto no se efectúa como resultado de un solo factor, sino que es consecuencia de circunstancias que, en distintas proporciones, configuran la dispersión del inóculo a corta, media y larga distancia (Becker *et al*, 1991). Además, los factores climáticos como el viento y la lluvia, así como los insectos, el hombre, material vegetal o herramientas contaminadas, son responsables de la dispersión del inóculo y la velocidad con la cual se efectúa la misma, así lo confirman la Federación Nacional de Cafeteros (1988), donde indican que la diseminación de la enfermedad a nivel de finca se presenta inicialmente por focos moviéndose por la acción combinada de estos factores, cuando éstos coinciden con los períodos de mayor producción de esporas del hongo.

Hospedantes. Según La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1988), las royas son parásitos ecológicamente obligados y aparentemente con una estricta especialización de hospedante. Según Thurston (1989), no se ha encontrado hospedero alterno para el estado aecial de *H. vastatrix*, (Rayner, 1977), afirma que todas las especies cultivadas de café son atacadas en mayor o menor grado por *H. vastatrix*. Además, un número de especies silvestres de *Coffea*, también son atacadas en condiciones naturales.

Distribución geográfica. La roya se observó por primera vez en café silvestre cerca del Lago Victoria en África Oriental en 1861, luego en Ceilán en 1867 (Rayner, 1977; Sayago *et al*, 1980). Posteriormente se encontró en Sri Lanka en 1869. En 1976 se encontró en Nicaragua, de donde se diseminó a México y América Central. La enfermedad fue registrada en Colombia en 1983 y actualmente es considerada como endémica, extendida por todo el país. El hongo se fue encontrado antes en América (Puerto Rico) en 1903, pero se erradicó. *H. vastatrix* también fue erradicado con éxito en Papua, Nueva Guinea en 1965.

2.7.2 Broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari. La broca del café fue descrita originalmente como *Cryphalus hampei* por el entomólogo austriaco J.A Graft Ferrari en 1867, sin embargo, Roepke más tarde la reubicó en el género *Stephanoderes* y al realizar comparaciones entre las dos especies, encontró que la morfología interna de reproducción no presentaba diferencias que justificaran la existencia de los dos géneros, por tanto, propuso unificarlos en *Hypothenemus* (Bustillo *et al*, 1998). (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación taxonómica broca del café

Clase	Insecta
Orden	Coleóptera
Familia	Curculionidae
Género	<i>Hypothenemus</i>
Especie	<i>Hampei</i>

Fuente: Benavides y Cárdenas, 1975

Sintomatología y daños. La broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari, es considerada como la plaga que causa el mayor daño económico al cultivo, ya que por atacar sus frutos, produce pérdidas considerables al disminuir tanto el peso de la cosecha como la calidad del grano. Además, por ser una plaga barrenadora de las almendras, su combate resulta muy difícil y cuando su control es satisfactorio, el daño ocasionado es irreversible. Las hembras inician el ataque al perforar con las mandíbulas la cereza a la altura del disco o corona del fruto (sitio opuesto al pedúnculo), luego llegan hasta la almendra en donde depositan sus huevos, de los que emergen las larvas que se encargan de destruir gran parte de las almendras. Esta plaga ataca los frutos verdes, maduros y secos (figura 3), aunque los granos verdes menores de 3 meses no son aptos para su reproducción (Benavides y Cárdenas, 1975).

Figura 3. Grano perforado por broca



Fuente: el presente trabajo, 2009

Reconocimiento y diagnóstico. Detectar la presencia de la plaga resulta difícil, debido a su tamaño reducido. El adulto hembra es un picudo muy pequeño, apenas mide 1,5 a 1,7 mm de largo; los insectos machos son de menor tamaño que las hembras, de color más claro y las alas motoras (membranosas) rudimentarias (Benavides y Cárdenas, 1975).

Medios de diseminación. La broca inicia su dispersión a partir de focos de infestación aislados, los cuales con el tiempo y el paso de transeúntes durante la cosecha aumentan de proporción; por tanto, la ruta de dispersión es más frecuente a lo largo de caminos, carreteras transitadas por personas y animales, beneficiaderos y bodegas, zonas adyacentes a quebradas y canales de riego, entre otros (Alonzo 1984). Cárdenas y otros autores citados por Bustillo (1998), afirman que la broca se disemina por diferentes medios a saber: por el movimiento del insecto mismo (vuelo), implementos de cultivo y de cosecha como costales, canastos, palas, etc. Alonzo (1984), observó que la broca emprende sus viajes a partir de los beneficiaderos, secaderos, etc.

La broca es capaz de dispersarse por sí sola y cuando ha colonizado la zona, puede volar y ser llevada a grandes distancias por los vientos. Por esto es posible que en fincas libres de broca, cercanas a otras con altas infestaciones, pueden aparecer muchos focos a la vez, al "aterrizar" en el cafetal unas pocas brocas en sitios diferentes (Cenicafé, 1993).

Distribución geográfica. La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), es la plaga más limitante en las zonas cafeteras de los países en donde se ha introducido (Bustillo *et al*, 1998). Se encontró en 1901 en frutos infestados provenientes del Congo. En 1908 se registró en Uganda causando problemas serios en cafetales cultivados (Bustillo *et al*, 1998).

En el continente americano, se presume que la broca se introdujo al Brasil en 1913, en semillas importadas de África y Java. Los primeros daños sólo fueron registrados en 1924 y posteriormente se dispersó a todas las regiones cafeteras del Brasil. *Hypothenemus hampei*, se reconoció por primera vez en Colombia, en el año de 1988, afectando cafetales en el sur del país (Bustillo *et al*, 1998), y es considerada como plaga endémica en nuestro país.

2.7.3 Mancha de hierro *Cercospora coffeicola* Berk y Cooke. En su forma asexual el hongo causante de esta enfermedad pertenece al género *Cercospora* (cuadro 4), la fase sexual o teleomorfa es denominada como *Mycosphaerella coffeae* o *Mycosphaerella coffeicola* (Castaño 1956; FNC 1997).

Cuadro 4. Clasificación taxonómica mancha de hierro

División:	Mycota
Subdivisión:	Eumycotina
Clase:	Deuteromycetes
Orden:	Moniliales
Familia:	Dematiaceae
Género:	<i>Cercospora</i>
Especie:	<i>coffeicola</i>

Fuente: Castaño y del Rio, 1997

Sintomatología y daño. Los síntomas iniciales en frutos corresponden a pequeñas lesiones redondeadas rojizas. Posteriormente las lesiones se hunden en el tejido y su coloración se torna parda (figura 4). Estas lesiones continúan desarrollándose y como generalmente son numerosas, llegan a unirse produciendo 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 café "pasilla" o "guayaba" (Castaño 1956; Fernández *et al*, 1982).

Figura 4. Mancha de hierro en fruto de café



Fuente: el presente trabajo, 2009

Reconocimiento y diagnóstico. *C. coffeicola* esporula sobre todo en la cara superior de la hoja y forma grupos de conidióforos los cuales vistos al microscopio son de color pardo. Estos conidióforos forman abundantes

conidias largas, hialinas y multiseptadas. El color del micelio puede ser negro verdusco al principio, pero al final su coloración es blanca cremosa con colores rojizos o negros en el fondo (Castaño, 1956; Waller, 1982).

Medios de diseminación. Los principales medios de diseminación del hongo son los vientos, las lluvias (Waller, 1982); y los insectos (Godoy *et al*, 1997).

Hospedantes. Esta enfermedad afecta las hojas, las ramas y los frutos de todas las variedades de café cultivadas en Colombia y presenta amplia incidencia en toda el área cafetera (Castaño, 1956). Este parásito puede infectar muchas especies del cafeto, aunque existe una marcada variación en cuanto a la susceptibilidad. En los cafetales existen ciertas malezas que pueden actuar como huéspedes alternativos (Waller, 1982).

Distribución geográfica. La mancha de hierro está extendida por toda África, Centro y Sudamérica, el Caribe, el Sureste de Asia y Oceanía (Waller, 1982). Actualmente está presente en casi todas las regiones que presenten condiciones favorables (suelos pobres) (Godoy *et al*, 1982). Es la enfermedad más distribuida en Colombia y catalogada como endémica. Afecta la planta en todos sus estados de desarrollo: desde las hojas cotiledonares hasta los frutos. Su primer registro en Colombia data del año de 1929 (Castaño, 1956).

3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se desarrolló y evaluó mediante registros en cuatro municipios cafeteros del departamento del Cauca: Timbío, El Tambo, Piendamó y Morales (figura 5), ubicados en la zona denominada valle de Pubenza; utilizando para esto los criterios de predio sensor, para facilitar la recolección de la información.

La toma de información sobre la incidencia de las plagas fue iniciada en el año 2006 por el personal técnico del ICA a través del proyecto “Red de Vigilancia Fitosanitaria del Cultivo de Café” y continuado en el año 2007 por el estudiante del Programa de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad del Cauca, Roberto Amílcar Cadena Rosales, durante su período de pasante en el instituto, como resultado del Convenio de Apoyo Técnico suscrito entre esta Universidad y el ICA.

Como predios sensores se determinaron fincas cafeteras seleccionadas para efectuar evaluaciones de incidencia de las plagas más limitantes en la producción y calidad de café, para identificar, controlar y mantener los organismos nocivos, por debajo del umbral de daño económico (Martínez *et al*, 2007).

Los sensores son un componente indispensable en la estrategia sanitaria liderada por el ICA, ya que a través de la información obtenida de ellos, se puede realizar el control efectivo de las plagas que ponen en riesgo la producción agropecuaria, evitando así pérdidas económicas.

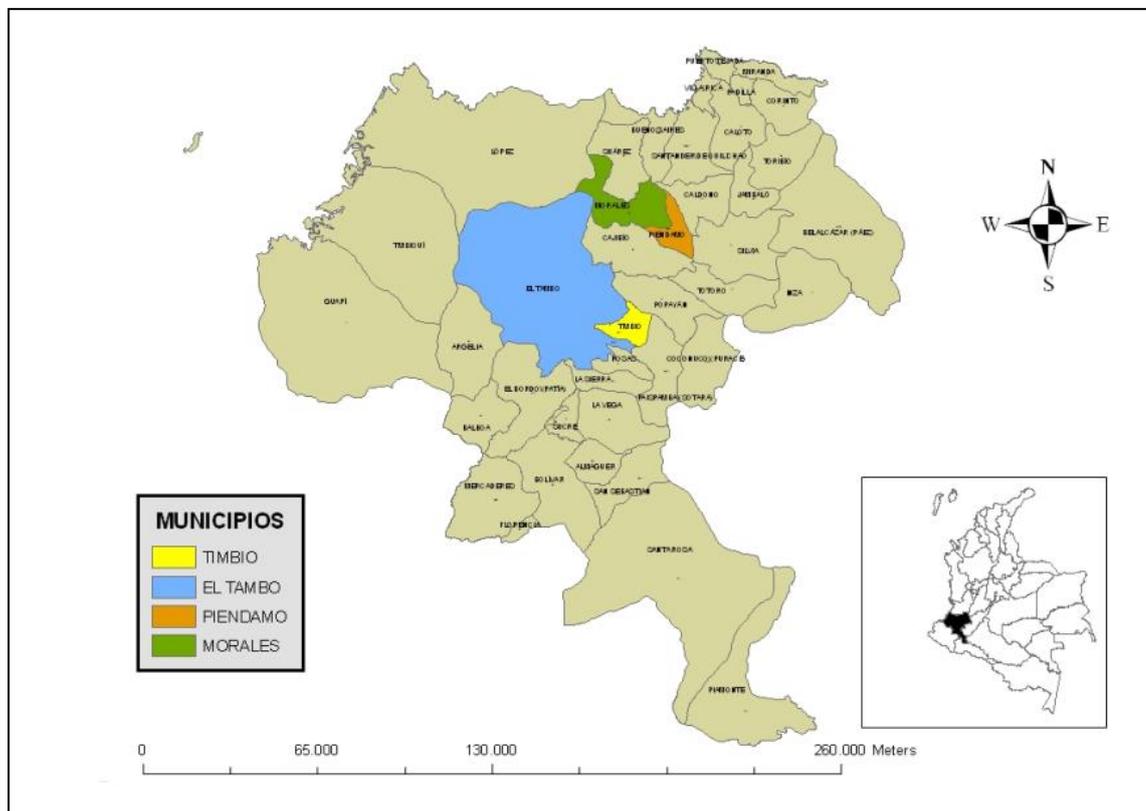
Algunas características tenidas en cuenta para la selección de los predios sensores fueron: Ecotopo, Distribución de la cosecha, Ubicación geográfica, Grado de tecnificación, Facilidad de acceso, Sistema de siembra, Productores líderes para la comunidad, Condiciones agronómicas representativas de la zona, Cercanía de los predios a una estación climatológica (Martínez *et al*, 2007).

3.2 UBICACIÓN DE LOS PREDIOS SENSORES

Buscando tener variabilidad en la información recolectada para determinar la situación epidemiológica de las tres plagas se seleccionó de cada municipio

dos predios sensores (cuadro 5), teniendo en cuenta que el manejo realizado por cada caficultor al cultivo de café es diferente, y las condiciones de clima variables.

Figura 5. Municipios con predios sensores en café departamento del Cauca



Fuente: el presente trabajo, 2009

3.3 PERIODOS DE EVALUACIÓN

En el desarrollo de las actividades contempladas en el “Proyecto Red de vigilancia fitosanitaria en el cultivo del café” en el cual tomamos parte, se determinó realizar visitas mensuales a los predios sensores, conservando un período de tiempo igual entre cada toma de información, con el fin de que este monitoreo fuera siempre consistente en el tiempo.

Una vez realizada la identificación de cada predio, el trabajo mensual de campo se centró en la aplicación de las metodologías diseñadas por Cenicafé (anexos A, B y C), para determinar los niveles de incidencia de las plagas estudiadas, los cuales permitieron al final del período obtener los porcentajes de incidencia para cada plaga.

Cuadro 5. Características de los predios sensores donde se evaluaron las plagas en el departamento del Cauca

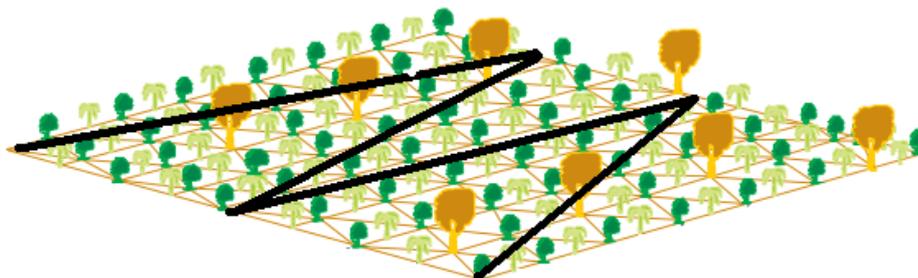
Municipio	Vereda	Nombre de la finca	Propietario	Altitud (m)	Longitud. (W)	Latitud. (N)
Morales	Matarredonda	Los Olivos	Hernán Vargas	1.722	76.61°	2.73°
Morales	Matarredonda	La Flor	Hugo Vásquez	1.739	76.60°	2.73°
El Tambo	El Moral	La Alianza	José Mosquera	1.703	76.74°	2.43°
El Tambo	El Higuerón	El Minchinche	Fanny Joyas	1.696	76.44°	2.27°
Piendamó	El hogar	Villamiriam	Salomón Serrano	1.600	76.54°	2.71°
Piendamó	Octavio	El Pinar	Alirio Pasos	1.728	76.54°	2.69°
Timbío	La Marqueza	Chapala	Alfredo González	1.836	76.68°	2.36°
Timbío	Las Guacas	El Rastrojo	Luís Felipe Ordóñez	1.837	76.70°	2.35°

Fuente: ICA, 2006-2007

3.4 REGISTRO DE INFORMACIÓN

La evaluación de las tres plagas, se realizó en cultivos de café de una hectárea, con recorridos en zig – zag (figura 6), seleccionando la cantidad de árboles necesarios para determinar la incidencia de cada plaga.

Figura 6. Recorrido y selección de árboles



Fuente: el presente trabajo, 2009

- **Monitoreo para Roya amarilla** *Hemileia vastatrix*. Se seleccionaron 10 árboles al azar y 10 ramas de cada uno de ellos, para un total de 100 ramas por lote, en donde se concentró la producción. 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*. De cada lote se seleccionaron 30 árboles al azar y de cada uno de ellos se tomó una rama productiva, también al azar, donde a través de dos conteos, se determinó el número total de granos y el número de granos brocados.
- **Monitoreo para Mancha de hierro** *Cercospora coffeicola*. De cada lote se seleccionaron 30 árboles al azar, y de cada uno de ellos se tomaron tres ramas, una en la parte baja, otra en la media y otra en la superior. Se contó y registró por rama el número de granos totales y el número de granos afectados por la plaga.

3.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez obtenidos los registros mensuales de incidencia para las tres plagas evaluadas se sistematizó la información en formato excell de acuerdo al número de granos y hojas afectadas por cada plaga, y para obtener los niveles de incidencia se aplicaron las metodologías sugeridas por Cenicafé de la siguiente manera:

- Los niveles de incidencia de Roya Amarilla (NIRA) se definió así:

$$\text{NIRA} = \frac{\text{Total hojas con roya amarilla en 100 ramas}}{\text{Total hojas en 100 ramas}} \times 100$$

- El Nivel de Infestación de Broca (NIB) se obtuvo aplicando la fórmula:

$$\text{NIB} = \frac{\text{Total granos brocados en 30 ramas}}{\text{Total granos en 30 ramas}} \times 100$$

- El Nivel de Infestación de Mancha de Hierro (NIMH) se definió aplicando la fórmula:

$$\text{NIMH} = \frac{\text{Total granos con mancha de hierro en 90 ramas}}{\text{Total granos en 90 ramas}} \times 100$$

3.6 DATOS CLIMATOLÓGICOS

Para estimar la influencia y relación del clima con la incidencia de las tres plagas, se seleccionaron por cercanía a los predios sensores, dos estaciones climatológicas de Cenicafé correspondientes a: la estación la Trinidad en el municipio de Piendamó y la estación Manuel Mejía en el municipio del Tambo (cuadro 6), a través de la disciplina de Agroclimatología de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y Cenicafé se obtuvieron los registros mensuales e históricos de las variables climáticas Temperatura, Precipitación Humedad relativa y Brillo solar de las dos estaciones, esta información permitió comparar mediante su distribución temporal la variación del clima entre los dos años y su regularidad respecto a los registros históricos

Cuadro 6. Ubicación estaciones climatológicas

Estación	Depto.	Municipio	Altitud (m)	Lat. (N)		Long. (W)	
				Gr.	Min.	Gr.	Min.
La Trinidad	Cauca	Piendamó	1671	02	45	76	35
Manuel Mejía	Cauca	El Tambo	1735	02	24	76	44

Fuente: FNC y Cenicafé, 2009.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Estudios realizados por Cenicafé (Benavides, 1993; Sierra *et al* 1995, Leguizamon, 1992), revelan que en Colombia las principales limitantes para la producción de café son: roya, broca, y mancha de hierro. Ante esta situación se precisó evaluar 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.

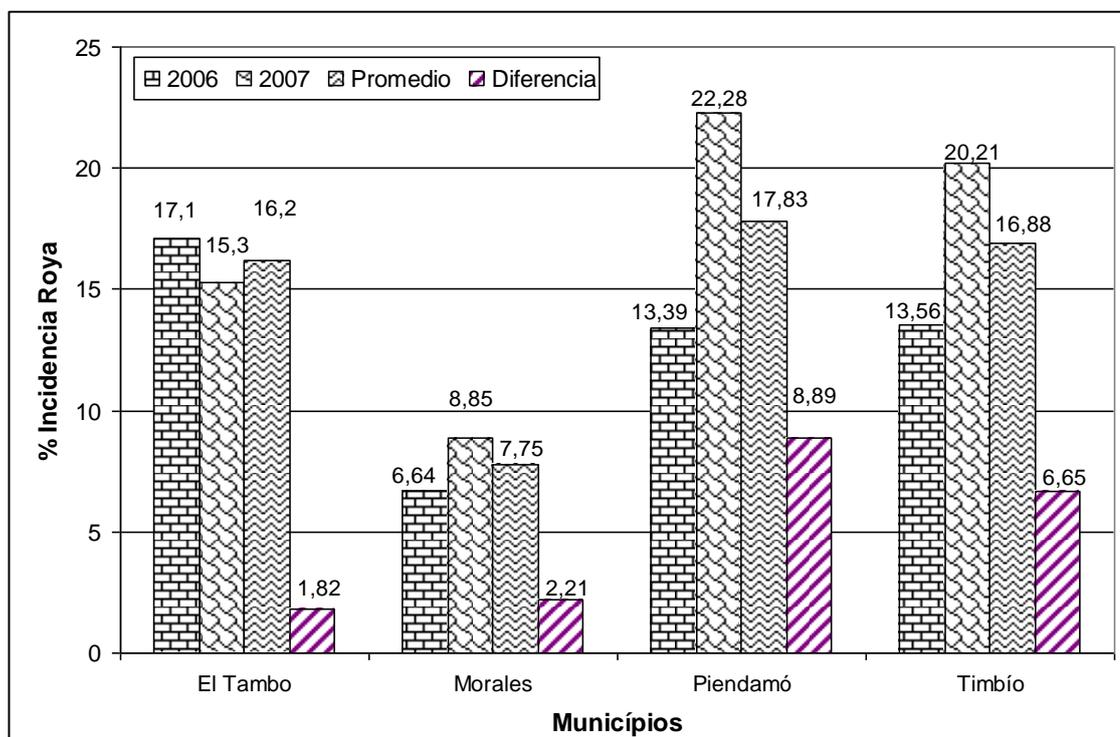
4.1 ROYA *Hemileia vastatrix* Berk. y Br

Hemileia vastatrix, (Becker, *et al* 1991) es el hongo que causa la roya, y pertenece a la clase de hongos Basidiomicetos (Sayago, 1980) La roya de las hojas del cafeto limita el crecimiento de la planta e induce pérdidas importantes en la producción, afecta el crecimiento reduciendo el área fotosintéticamente activa por invasión del tejido, y/o, causando defoliación, secamiento de las ramas y finalmente la muerte de la planta (Alvarado, 1992).

4.1.1 Descripción regional. A nivel regional la incidencia promedio 2006 – 2007 fue de 14.67%, siendo menor en el 2006 (12.68%) y mayor en el 2007 (16.66%), lo que significó un incremento de 3.98% en el año, valores por encima del umbral de daño económico, estimado por Cenicafé como el 5%. (Sierra *et al* 1995).

De acuerdo al promedio 2006 – 2007, los cuatro municipios: Piendamó, Timbío, El Tambo y Morales (figura 7), reportaron altos niveles de incidencia (17.83%, 16.88% y 16.2%, 7.75%, respectivamente), ya que todos superaron el umbral de daño económico.

Figura 7. Incidencia de Roya en café en cuatro municipios del Departamento del Cauca durante el ciclo 2006 – 2007



Fuente: el presente trabajo, 2009.

A nivel regional el incremento en la incidencia de la enfermedad correspondió a periodos con altos índices de Brillo solar y Temperatura, como lo sucedido entre Marzo y Julio, (cuadro 8) donde el nivel de incidencia pasó de 18.12% a 21.24%, mientras que brillo solar y temperatura incrementaron simultáneamente (109.35h a 183.43h y 18.12°C a 21.24°C), es necesario aclarar que si bien hubo periodos prolongados de precipitación, esta modificó principalmente la condiciones de humedad relativa y la disminución de la temperatura.

Cuadro 7. Promedios de incidencia de Roya en café y variables climáticas en cuatro municipios (El Tambo, Morales, Timbío y Piendamó) del departamento del Cauca durante los años 2006 – 2007

Meses	Roya (%)	T (°C)	B S (h)	P (mm)	H R (%)
Marzo	18,12	18,65	109,35	213,98	81,65
Abril	14,96	18,5	108,9	225,03	82,75
Mayo	18,55	18,85	118,48	230,65	82,25
Junio	19,41	18,8	130,33	68,55	76,28
Julio	21,24	19,5	183,43	66,63	67,45
Agosto	13,8	19,38	163,3	54,95	68,75
Septiembre	12,24	19,4	149,03	47,95	69,55
Octubre	11,18	18,43	124,73	342,7	79,43
Noviembre	8,64	18,07	106,78	272,38	83,35
Diciembre	7,86	18,1	108,9	283,45	84,58

Fuente: el presente trabajo 2009; ICA 2006 y 2007; FNC y Cenicafé, 2009.

T: Temperatura; B S: Brillo solar; P: Precipitación; H R: Humedad relativa.

4.1.2 Descripción local:

- Municipio de Piendamó.** Registró la mayor presencia de la enfermedad en los cultivos, con un promedio de incidencia anual 2006 – 2007 de 17.83%, el año 2006 registró un promedio de 13.39% de incidencia de la enfermedad, el cual incrementó en el 2007 (22.28%), con una diferencia de 4.97% entre año. La distribución de la plaga fue similar en los dos años (figura 8a), con mayor intensidad en el 2007. Entre Marzo y Septiembre la enfermedad aumentó, para luego disminuir en el trimestre final del año.

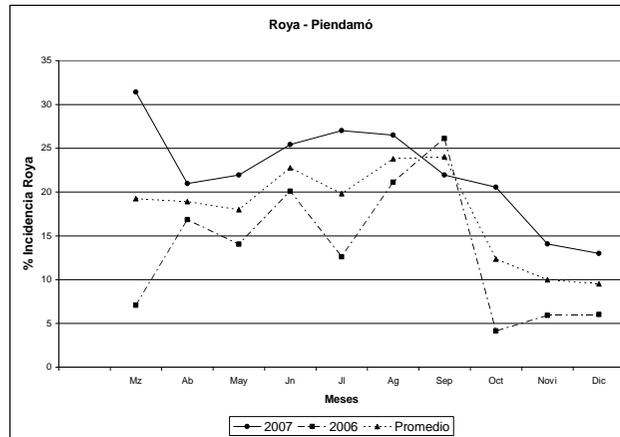
- Municipio de Timbío.** Fue el segundo municipio con el promedio de incidencia 2006 – 2007 más alto (16.88%), al pasar de un promedio anual de 13.56% en el 2006 a 20.21% en el 2007, con un incremento de 6.65%. El comportamiento de la enfermedad fue irregular en los dos años, con presencia de caídas y repuntes en la incidencia, principalmente entre Marzo y Julio (figura 8b). Entre Agosto y Diciembre, la incidencia decreció de manera sostenida.

- Municipio del Tambo.** Fue el único municipio que del 2006 al 2007 disminuyó el nivel de incidencia, al presentar un promedio de 17.1% para el 2006, y 15.3% para el 2007, pero igualmente siempre supero el nivel de daño económico. En los años 2006 y 2007 la distribución de la enfermedad fue similar, al presentarse la mayor incidencia entre los meses de Marzo y Julio (figura 8c); el resto del año, la disminución de la plaga fue gradual.

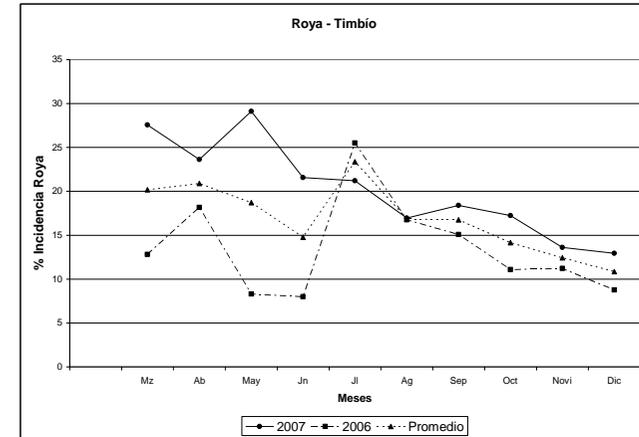
- **Municipio de Morales.** Obtuvo el promedio de incidencia 2006 - 2007 más bajo (7.75%), y el menor incremento de incidencia en los dos años de estudio (2.21%), al pasar de un promedio anual de 6.64% en el 2006 a 8.85% en el 2007, sin embargo, superó el nivel de daño económico. El comportamiento de la enfermedad fue similar en los dos años, los registros más altos se presentaron entre Marzo, Mayo y Julio del 2007 (figura 8d), el resto del año la plaga disminuyó, con algunos repuntes en Octubre.

Figura 8. Comportamiento de la Roya en el cultivo de café durante los años 2006 – 2007 en 4 municipios del Departamento del Cauca a. Timbío, b. Piendamó, c. El Tambo y d. Morales

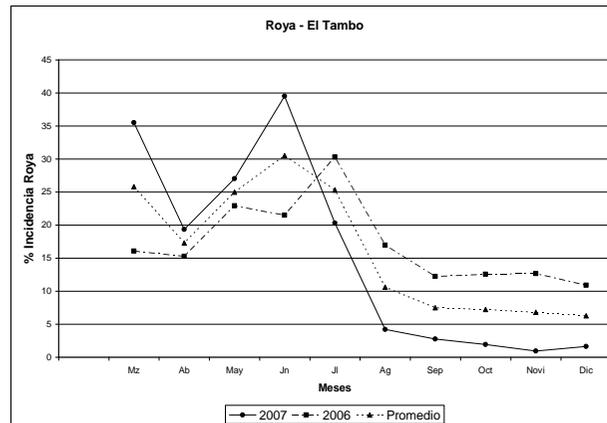
a. Piendamó



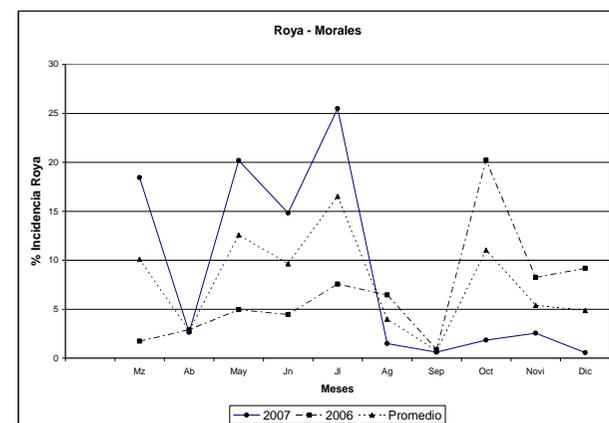
b. Timbío



c. El Tambo



d. Morales



Fuente: el presente trabajo, 2009

La distribución temporal de incidencia de roya en los dos años permitió observar que el aumento en la incidencia de la enfermedad se dio en meses donde la temperatura incrementó (Marzo – Julio), esto puede justificarse por lo encontrado por Berker *et al* (1.991), donde mencionan que entre los factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de *H. vastatrix* se destaca la temperatura como unos de los más importantes y que esta actúa directamente sobre el proceso de germinación de infección del hongo. Por su parte, Leguizamón *et al* (1988), definieron que el periodo de incubación es más corto en meses o en regiones con temperaturas elevadas.

En el presente trabajo se observó que la intensidad de la incidencia en cada año, dependió de la distribución anual de temperatura, sin embargo, es preciso señalar que las variedades de café utilizadas en la investigación correspondieron un 87.5% a variedad caturra, la cual mediante estudios de Cenicafé (1994) 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 del departamento del Cauca.

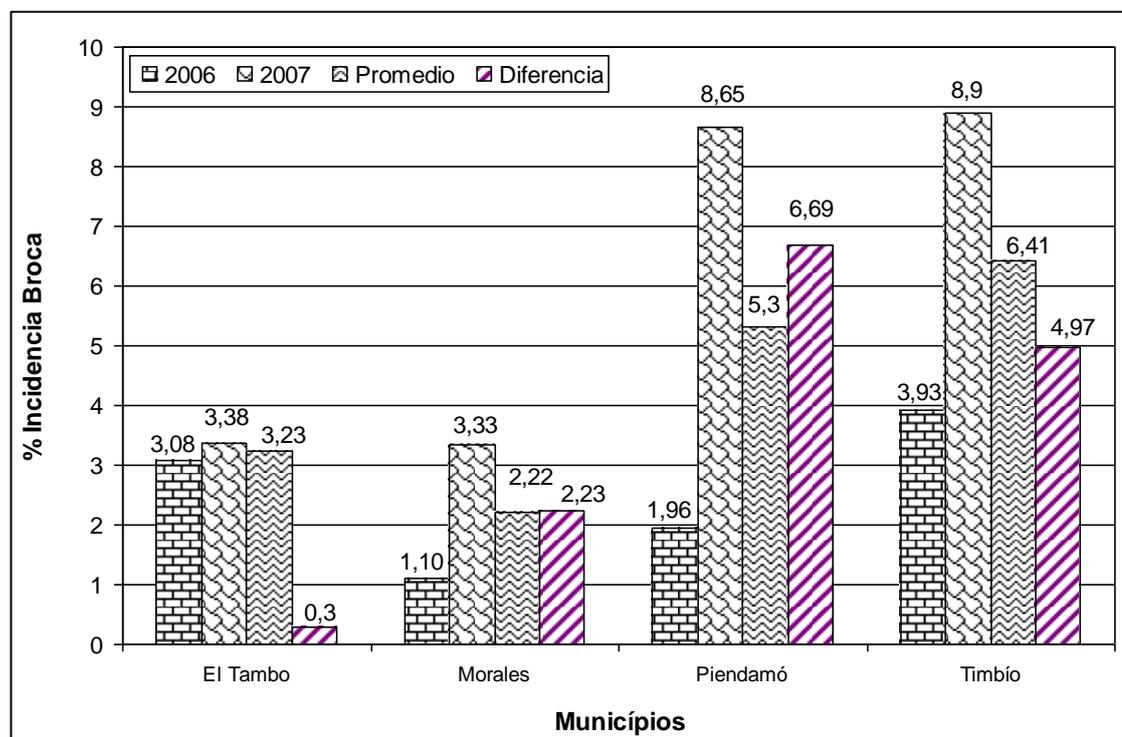
4.2 LA BROCA *Hyphotenemus hampei* F.

La broca *Hyphotenemus hampei* Ferrari es un insecto que completa su ciclo de huevo al adulto en 27.5 días, a temperaturas de 24.5 °C (Bustillo *et al* 1998), esta plaga no solo causa la pérdida del fruto, si no que demerita la calidad de la bebida (Bustillo, 1995). 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 (Cenicafé, 1998).

4.2.1 Descripción regional. Los resultados de éste estudio, indican que el promedio de incidencia de la broca a nivel regional fue de 4.29% durante los años 2006 y 2007, valor fue cercano al umbral de daño económico estimado por los investigadores de Cenicafé como el 5% (Bustillo, *et al* 1998) por lo tanto la plaga no fue problema en el 2006, cuyo promedio anual fue de 2.52%, pero si en el 2007 donde el promedio fue de 6.07%, registrándose un incremento de 3.35% con respecto al año anterior.

Los municipios de Timbío y Piendamó presentaron los niveles de incidencia más altos para la plaga (figura 9), ya que los promedios 2006 – 2007 estuvieron por encima del umbral de daño económico 6.41% y 5.3%, respectivamente, las incidencias más bajas se obtuvieron en el Tambo 3.23% y Morales 2.22%, sin embargo, en todos los municipios la mayor incidencia de broca se presentó en el año 2007.

Figura 9. Incidencia de Broca en café en cuatro municipios del Departamento del Cauca durante los años 2006 – 2007



Fuente: el presente trabajo, 2009

La variación en la incidencia de Broca se vio afectada por cambios de temperatura y precipitación (cuadro 8), de esta manera se observó que la plaga incrementó su incidencia en periodos prolongados de verano con baja cantidad de lluvias, tal relación se presentó entre los meses de Junio y Septiembre, donde la incidencia de la plaga incrementó de 3.66% a 5.22%, y la temperatura aumentó de 18.8°C a 19.4°C con presencia de bajas precipitaciones 68.55mm - 47.95mm.

Cuadro 8. Promedios de incidencia de Broca en café y variables climáticas en cuatro municipios (El Tambo, Morales, Timbío y Piendamó) del departamento del Cauca durante los años 2006 – 2007

Meses	Broca (%)	T (°C)	B S (h)	P (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

Fuente: el presente trabajo 2009; ICA 2006 y 2007; FNC y Cenicafé, 2009.

T: Temperatura; B S: Brillo solar; P: Precipitación; H R: Humedad relativa.

4.2.2 Descripción local:

- Municipio de Timbío.** Presentó la incidencia más alta, tanto en el promedio anual 2006 – 2007 (6.42%), como de manera individual en cada año, 2006 (3.93%) y 2007 (8.90%). La presencia de la plaga tuvo un comportamiento diferencial entre los dos años, pero con mayor incidencia en el 2007, donde todos los registros mensuales superaron el 5% (figura 10a). En el 2006 la incidencia presentó dos picos que superaron el umbral de daño económico Abril (5.96%) y Octubre (6.91%), estas observaciones pueden llegar a establecer que este municipio pudo tener como limitante en su producción la alta incidencia de la plaga.

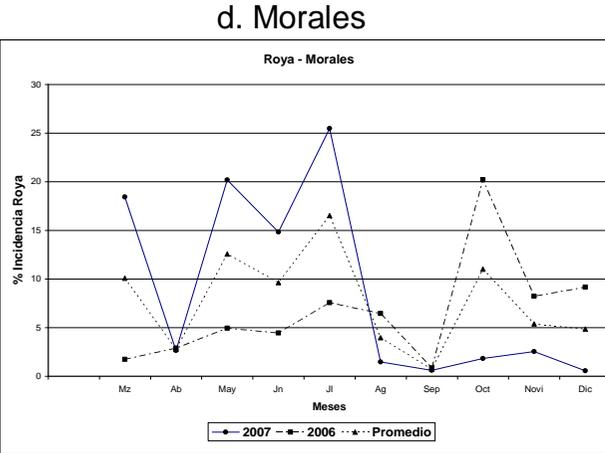
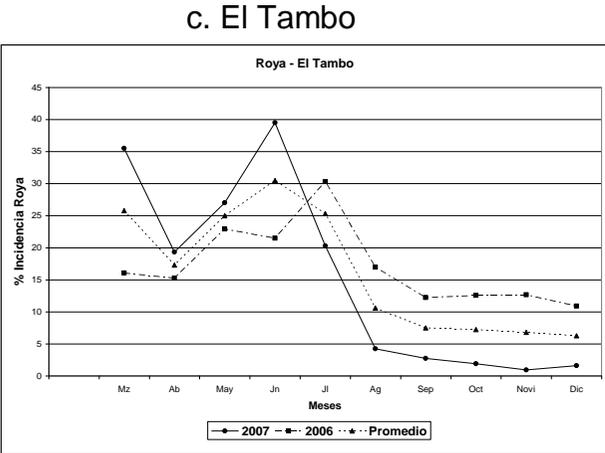
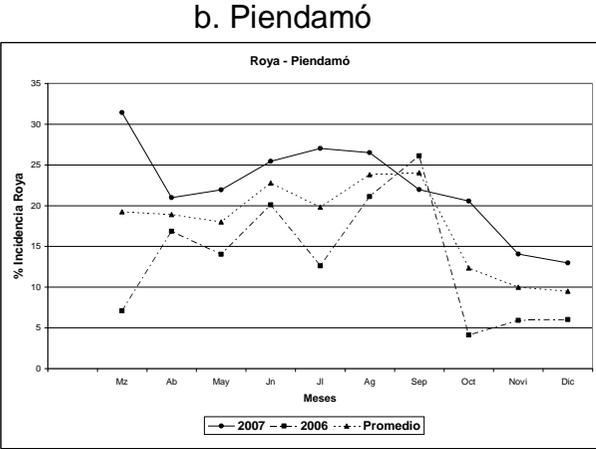
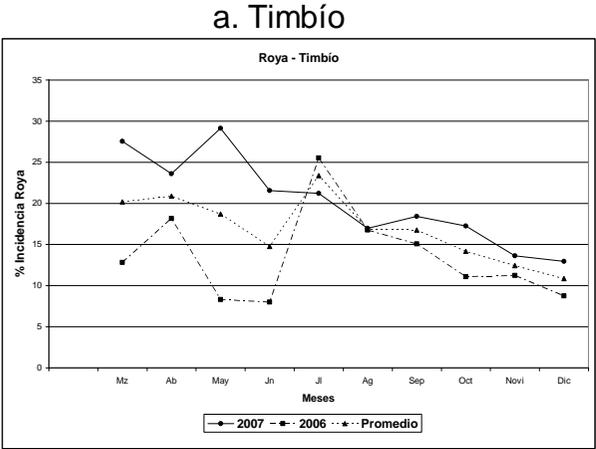
- Municipio de Piendamó.** Presentó alta incidencia para Broca, con un promedio (2006 – 2007) de 5.31%, valor por encima del umbral de daño económico; registró el incremento entre año más alto (6.69%), al pasar de un promedio anual del 1.96% en el 2006 a 8.96% en el 2007. El comportamiento de la incidencia varió en cada año, siendo menor en el 2006 con la mayor incidencia en el mes de Agosto (3.49%), sin embargo, para el 2007 superó el 5% en todos los meses (figura 10b).

- Municipio del Tambo.** Tuvo un buen comportamiento en cuanto a presencia de Broca, al obtener un promedio (2006 – 2007) de 3.23%, y promedios anuales individuales 2006 y 2007 de 3.08% y 3.38%, respectivamente, valores por debajo del umbral de daño económico. Entre Marzo y Septiembre de los

dos años la distribución de la plaga presentó un patrón de comportamiento irregular, caracterizado por la formación de picos (figura 10c), para luego describir una tendencia más estable entre Octubre y Diciembre.

- **Municipio de Morales.** Presentó la incidencia de Broca más baja, tanto en el promedio 2006 – 2007 con 2.22%, como de manera individual en cada año; con 1.10% y 3.33% respectivamente, con un incremento de 2.23% entre año. La distribución de la plaga tuvo un comportamiento similar en los dos años, con mayor incidencia en el 2007; en Octubre del mismo año la plaga superó el umbral de daño económico 6.55% (figura 10d).

Figura 10. Comportamiento de la Broca en el cultivo de café durante los años 2006 – 2007 en cuatro municipios del Departamento del Cauca a. Timbío, b. Piendamó, c. El Tambo y d. Morales



Fuente: el presente trabajo, 2009

La distribución de incidencia de broca en la región estuvo relacionada con la presencia de altas temperaturas, de esta manera el incremento en la incidencia se dio entre Junio y septiembre, meses que de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio la temperatura aumentó entre 18.85° y 19.4° en promedio, resultado que coincide con lo obtenido por Bustillo, (2002), donde encontró que la dinámica de la broca es muy variable favoreciéndose su incremento en los tiempos de sequía.

Durante las evaluaciones en campo fue común encontrar granos brocados en el árbol, factor que favoreció la permanencia de la plaga en los cultivos, según Cenicafé (1998), en periodos prolongados de sequía hay caída de frutos, y si estos están brocados, el desarrollo del insecto es más rápido o sea que el tiempo generacional es más corto y hay una mayor reproducción dentro de los frutos caídos; Bustillo *et al* 1998 manifiestan que un fruto seco puede albergar desde unos pocos hasta un gran número de 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 se dieron en Marzo – Mayo y Octubre – diciembre, en el periodo seco (Junio – Septiembre) hubo lluvias inminentes, que de acuerdo a Cenicafé (1997), las lluvias posteriores a un periodo seco pueden favorecer la salida de brocas que se encuentran refugiadas en los frutos secos del árbol y del suelo y se dispersen por los cafetales; por lo cual se sugiere seguir las recomendaciones para el manejo de broca del café realizadas por la FNC y Cenicafé (1998), para evitar la aparición de nuevas poblaciones de broca en los cafetales.

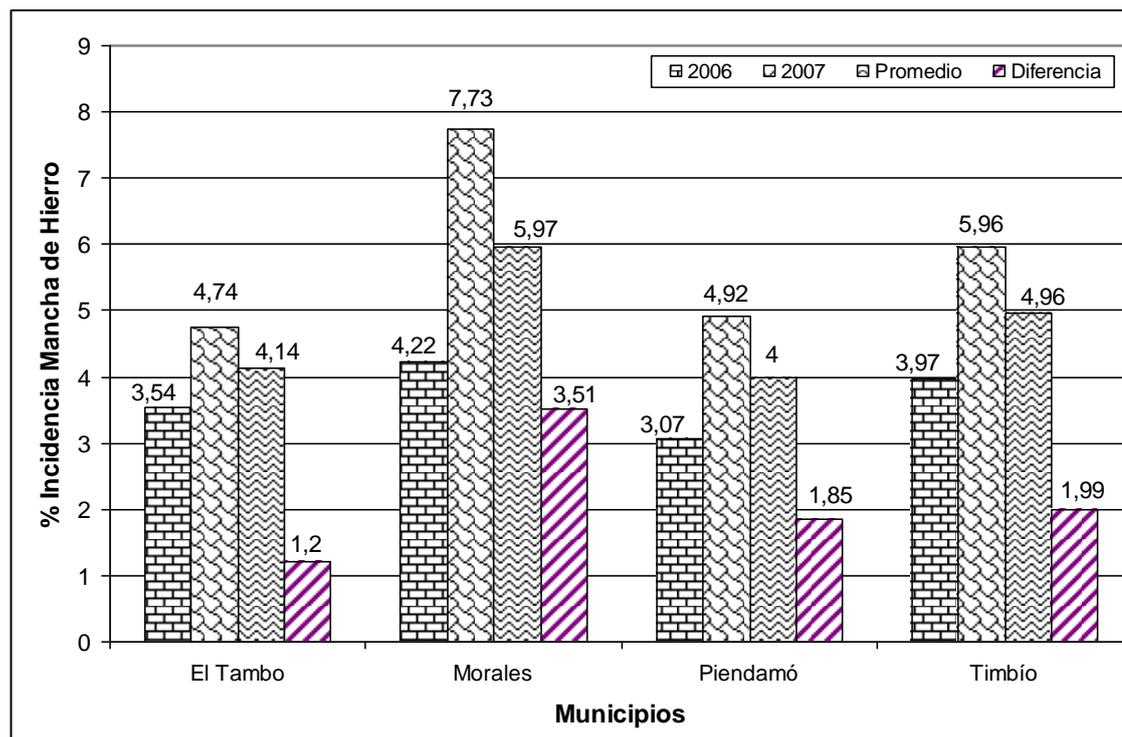
4.3 MANCHA DE HIERRO *Cercospora coffeicola* Berk y Cooke

Cercospora coffeicola Berk y Cooke, agente causal de la mancha de hierro, es un hongo de clase deuteromycete, con un periodo de incubación de 4 días en frutos y 17 días a fructificación (Castaño y del Rio 1997; Waller 1982). La mancha de hierro, ataca hojas y frutos del cafeto con amplia incidencia y severidad en la zona cafetera del país. Rengifo, (2002), La mancha de hierro 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 (Castaño 1956; Fernández *et al* 1982).

4.3.1 Descripción regional. A nivel regional, el promedio de incidencia 2006 – 2007 fue 4.77%. El promedio anual 2006 fue de 3.70%, el cual incrementó a 5.84% en el 2007, con una diferencia de 2.14% entre los dos años. De los

cuatro municipios seleccionados, Morales obtuvo el promedio de incidencia 2006 – 2007 más alto (5.97%), como también de manera individual por cada año, (figura 11). Además, presentó el mayor incremento en el nivel de incidencia (3.51%). En los otros municipios los promedios 2006 – 2007, así como los promedios anuales se comportaron de manera similar.

Figura 11. Incidencia de Mancha de hierro en café en cuatro municipios del departamento del Cauca durante el ciclo 2006 – 2007



Fuente: el presente trabajo, 2009

En cuanto a la respuesta de la incidencia de la enfermedad frente a condiciones climáticas, se observó que altos valores de la Interacción brillo solar y temperatura, disminuyeron la incidencia de Mancha de hierro, mientras que alta precipitación y alta humedad relativa favorecieron el incremento del patógeno.

Tal efecto se presentó entre Marzo y Mayo (cuadro 9), donde la incidencia de Mancha incrementó de 5.49% a 8.41%, debido al incremento de la precipitación que pasó de 213.98mm a 230.65mm y humedad relativa de 81.65% a 82.25%. Sin embargo, entre los meses de Junio y Septiembre, época en la cual las variables brillo solar y temperatura aumentaron (130.33h a 149.03h y 18.8 °C a 19.4°C, respectivamente), se observó el efecto antagónico ejercido sobre la plaga, ya que la incidencia disminuyó de 5.63% a 3.75%.

Cuadro 9. Promedios de incidencia de Mancha de hierro en café y variables climáticas en cuatro municipios (El Tambo, Morales, Timbío y Piendamó) del departamento del Cauca durante los años 2006 – 2007

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: el presente trabajo 2009; ICA 2006 y 2007; FNC y Cenicafé, 2009.

T: Temperatura; B S: Brillo solar; P: Precipitación; H R: Humedad relativa.

4.3.2 Descripción local:

- **Municipio de Morales.** Presentó la incidencia más alta entre los cuatro municipios, al obtener un promedio 2006 – 2007 de 5.97%, con un promedio anual 2006 de 4.22%, el cual incrementó a 5.97% en el 2007, y una diferencia de 3.51% entre año. Aunque la presencia de la plaga en el 2007 se dio con mayor intensidad, su distribución fue similar en ambos años (figura 8a), coincidiendo los mayores niveles de la enfermedad con periodos de altas precipitaciones (Marzo – Mayo) y (Octubre – Diciembre).

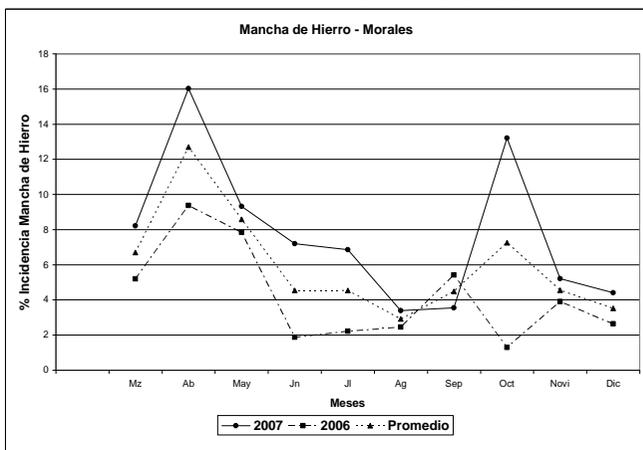
- **Municipio de Timbío.** El promedio 2006 – 2007 fue de 4.96%, de esta manera el 2007 presentó mayor incidencia que el 2006, (5.96% y 3.97%, respectivamente, con un incremento de 1.99%. La distribución de la enfermedad se dio de manera similar en los dos años (figura 12b), con mayor incidencia en el 2007, con picos en principio de año (Marzo – Mayo) y en el mes de octubre, periodos que se caracterizaron por presentar altas precipitaciones.

- **Municipio del Tambo.** El promedio de incidencia 2006 – 2007 fue de 4.14%, con un promedio anual 2006 de 3.54%, el cual incrementó a 4.74% en el 2007. En los dos años el pico de incidencia de la enfermedad se presentó entre Marzo y Mayo (figura 12c), el resto del año la incidencia disminuyó de manera progresiva; para el mes de Octubre del 2007 se presentó una precipitación extraordinaria (473mm), por lo cual la incidencia aumento nuevamente.

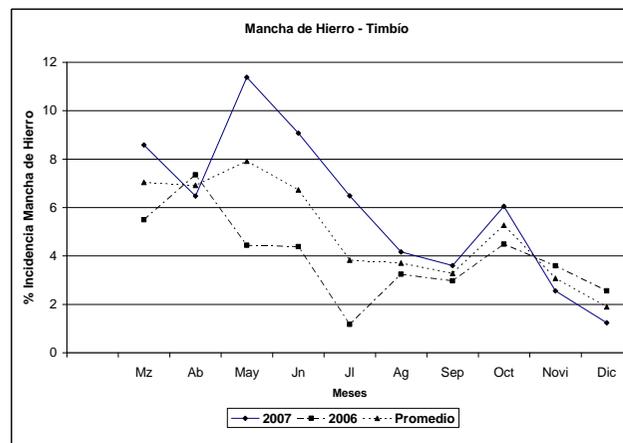
- **Municipio de Piendamó.** Presento el promedio de incidencia (2006 – 2007) más bajo (4%), en el 2007 la incidencia de la enfermedad fue mayor que en el 2006 (4.92% y 3.07%, respectivamente). La distribución de la plaga se dio de manera similar en los dos años (figura 12d).

Figura 12. Comportamiento de Mancha de hierro en el cultivo de café durante los años 2006 – 2007 en cuatro municipios del Departamento del Cauca a. Timbío, b. Piendamó, c. El Tambo y d. Morales

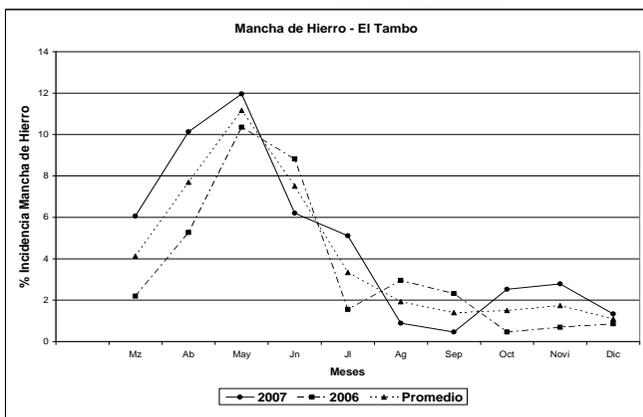
a. Morales



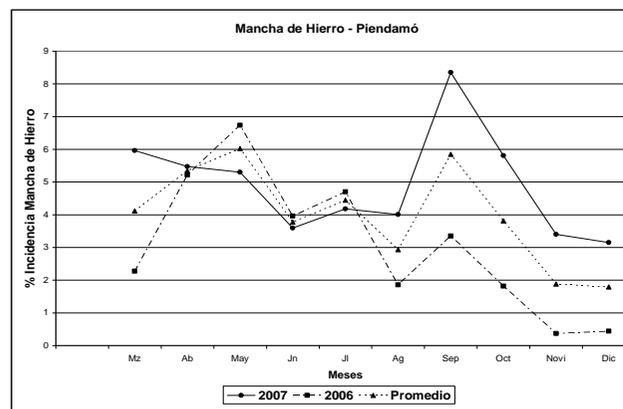
b. Timbío



c. El Tambo



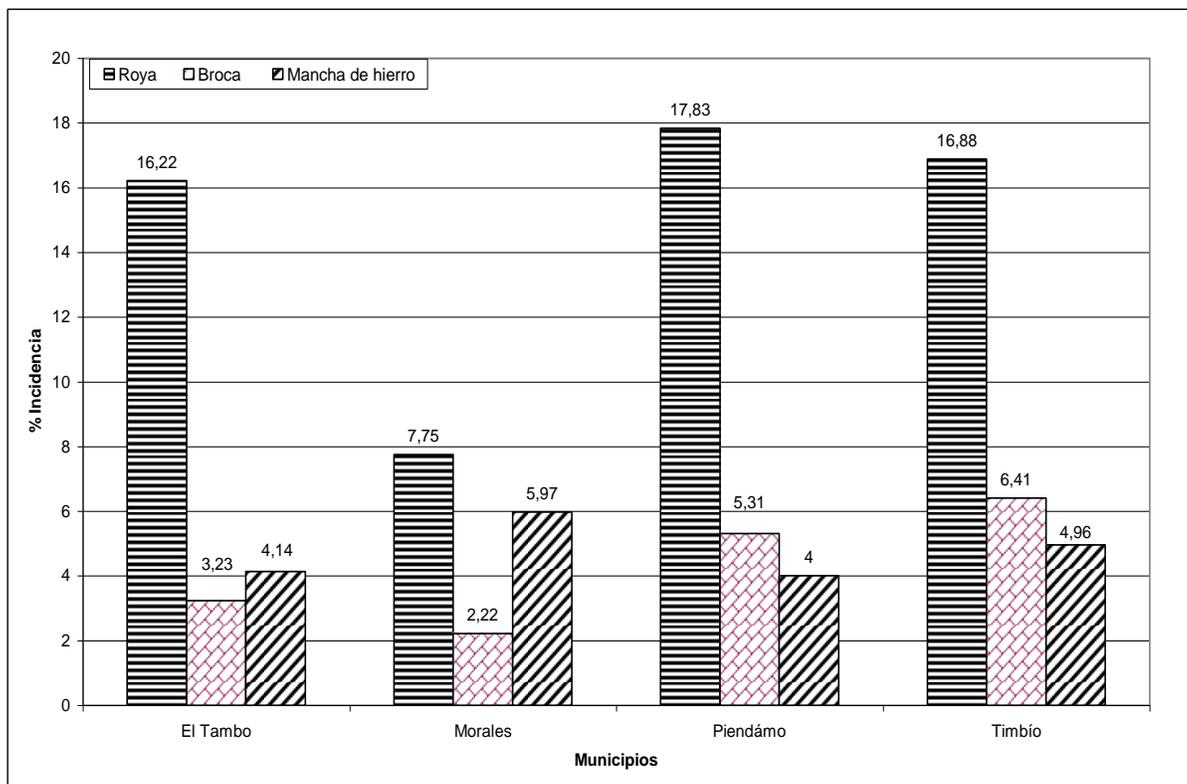
d. Piendamó



Fuente: el presente trabajo, 2009

La distribución temporal de incidencia de Mancha de hierro estuvo más relacionada con precipitación que con temperatura por lo cual en el estudio se obtuvieron dos picos de la enfermedad (Marzo – Mayo y Octubre – Diciembre) correspondientes a dos periodos de invierno. Esta relación es similar a la encontrada por Waller (1982) quien evidencia que en condiciones de campo durante las temporadas de lluvia, la enfermedad se desarrolla con más rapidez, pues las fructificaciones conidiales ocurren principalmente en la noche y en días fríos y nublados, ya que la alta humedad relativa favorece la esporulación y la infección, igualmente en meses de mayor precipitación y menor temperatura ambiental, también se producen la mayor cantidad de conidias. De los picos antes mencionados el correspondiente a Marzo y Mayo presentó mayor incidencia, por la presencia de lluvias y sumado a que en ese mismo periodo según Rendón (2009) se recoge aproximadamente el 75% de la cosecha principal de café en el departamento del Cauca, por lo tanto en este periodo se encontró gran cantidad de granos infectados, que al no ser recolectados se convierten en focos de infección favoreciendo la diseminación del hongo, ya que de acuerdo a la FDN (1988), las manchas que más esporulan son aquellas completamente deprimidas de frutos verdes o pintones. Por esto la importancia de realizar una buena cosecha sin dejar granos en la planta.

Figura 13. Incidencia promedio de las tres plagas en los cuatro municipios seleccionados



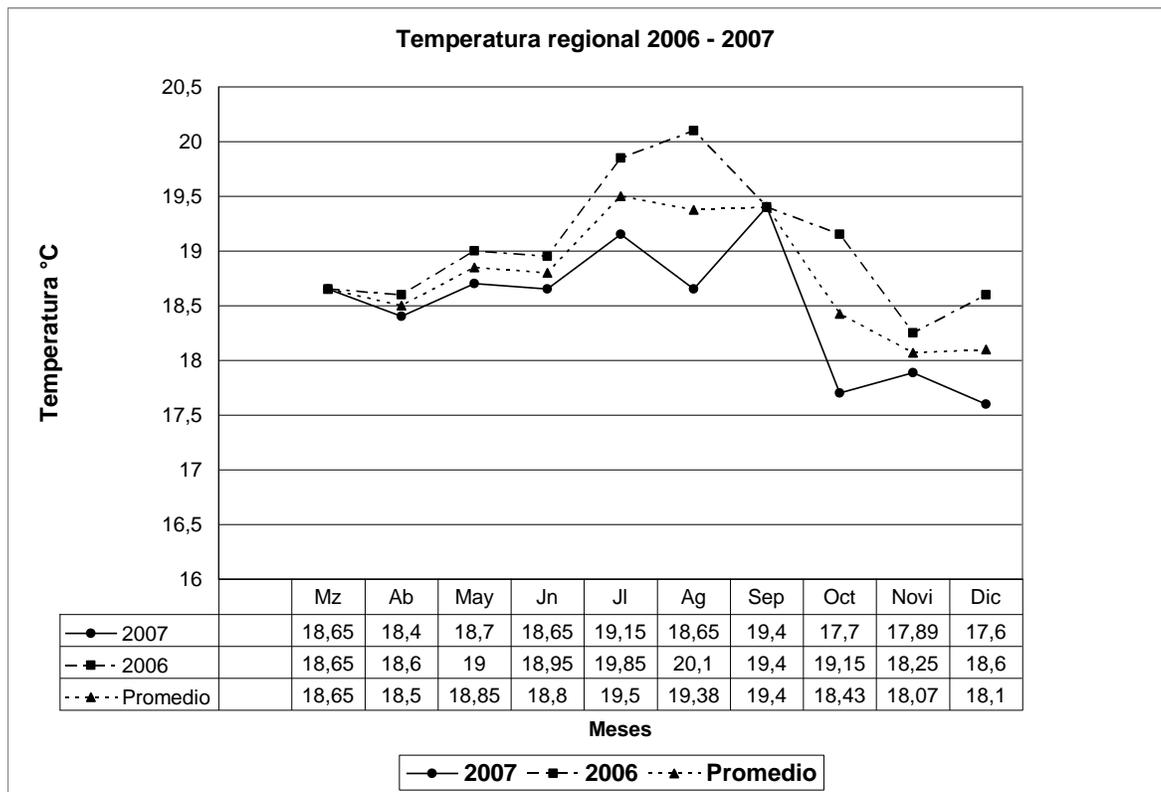
Fuente: el presente trabajo, 2009

Los resultados de este estudio revelan que de las tres plagas evaluadas en los cuatro municipios seleccionados, la roya presentó la mayor incidencia al superar ampliamente el umbral de daño económico (figura 13), respecto a broca y mancha de hierro se encontró que la incidencia de las dos plagas alcanzó el umbral en algunos municipios y en otros no, estos resultados revelan que si bien las condiciones climáticas afectan la epidemiología de las plagas, el manejo agronómico y el control de plagas y enfermedades realizadas por cada caficultor también lo hace, ya que en este trabajo se observó que los predios donde se registró mayor presencia de las plagas fue en cultivos viejos, óptimos para soca y cultivos abandonados sin control de arvenses, Por lo cual se recomienda incrementar las actividades de prevención y control de plagas y enfermedades en el cultivo de café enfatizando en la importancia de conocer la población estimada de cada plaga en el cultivo y así implementar medidas de control oportunas

4.4 VARIABLES CLIMÁTICAS

4.4.1 Temperatura. A nivel regional la temperatura promedio de los años 2006 - 2007 fue de 18.77°C, donde el 2006 presentó un promedio de temperatura anual mayor que el 2007 (19.06°C y 18.48°C), por lo cual entre los dos años se presentó un descenso de 0.58°C en la región. De acuerdo a la distribución temporal de temperatura entre los dos años, se observó tendencia al incremento entre Marzo y Septiembre (figura 13), alcanzando sus máximos valores en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. La diferencia de 0.58°C entre los dos años, estuvo dada por meses muy cálidos en el 2006 con respecto a los meses de 2007.

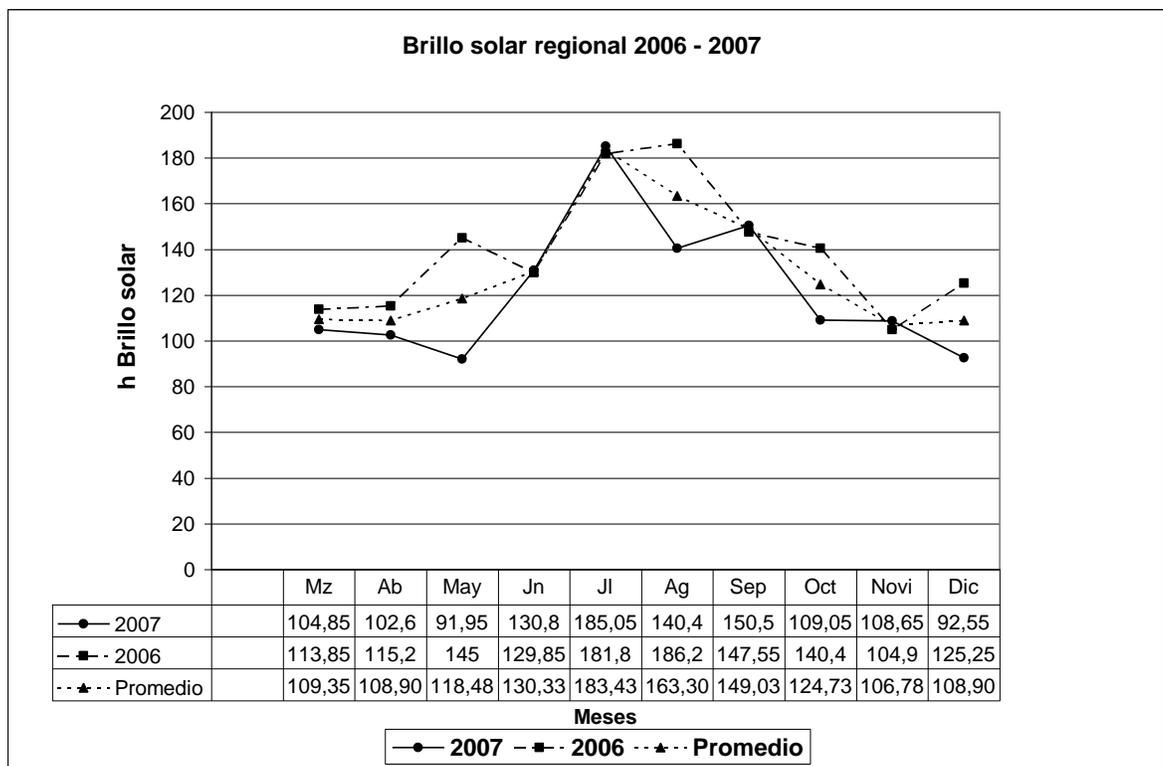
Figura 14. Temperatura promedio en las estaciones locales seleccionadas del departamento del Cauca



Fuente: el presente trabajo, 2009

4.4.2 Brillo solar. El comportamiento entre brillo solar y temperatura se dio de manera similar en los dos años de estudio, dónde 2006 presentó mayor Brillo Solar que 2007, (139h y 121.64h, respectivamente), con un promedio de 130.32h. Como se observa en la figura 14, en el 2006 la mayor irradiación solar se dio entre Mayo y Octubre (145h y 140.4h), y en el 2007 entre Junio y septiembre (130.8h y 150.5), tiempo en el cual se presentaron altas temperaturas, de igual manera en los dos años la disminución del Brillo solar se presentó en el trimestre final del año.

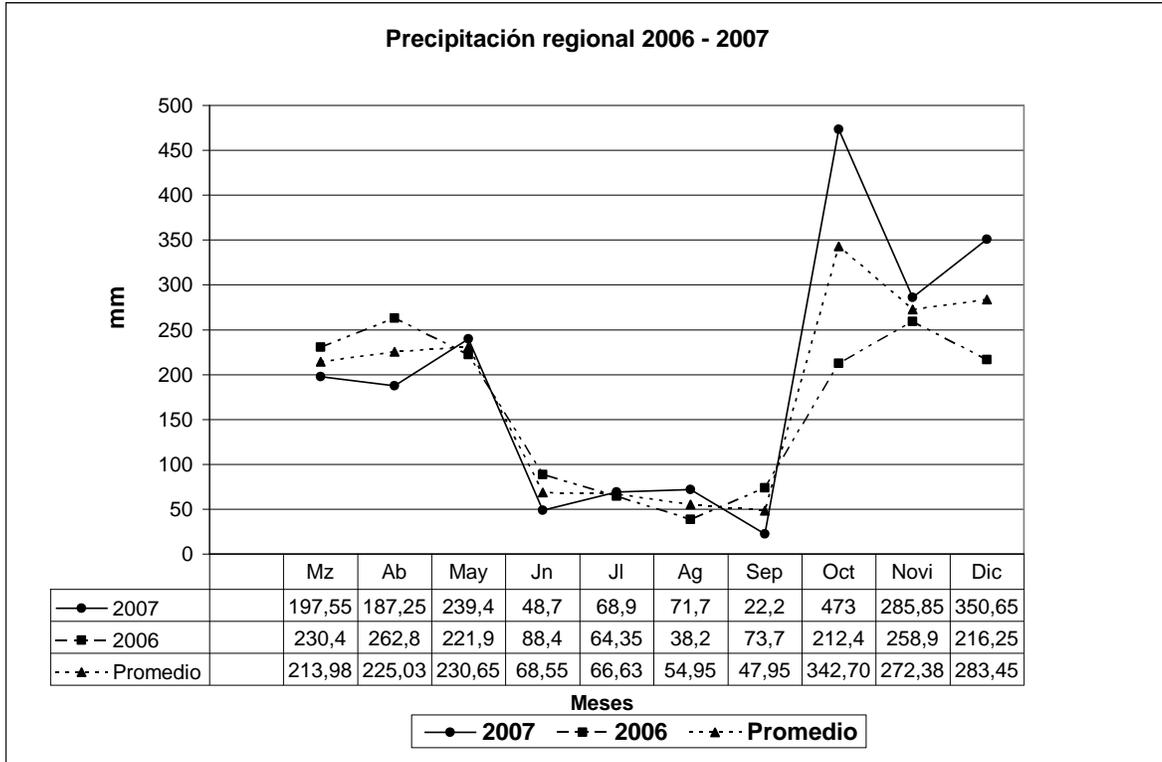
Figura 15. Brillo solar promedio en las estaciones locales del departamento del Cauca



Fuente: el presente trabajo, 2009

4.4.3 Precipitación. La distribución de lluvias en los dos años se dio de manera similar, pero con una intensidad diferente, al presentar dos periodos de lluvias, el primero entre Marzo - Mayo, y el segundo entre Octubre - Diciembre (figura 15), entre los meses de Junio y Septiembre se observaron las precipitaciones más bajas, igual para los dos años. De acuerdo al promedio anual de precipitación, en la región llovió con menos intensidad en el 2006 (166.73mm), e incremento para el 2007 (194.52mm), con un promedio para los dos años de 180.63mm.

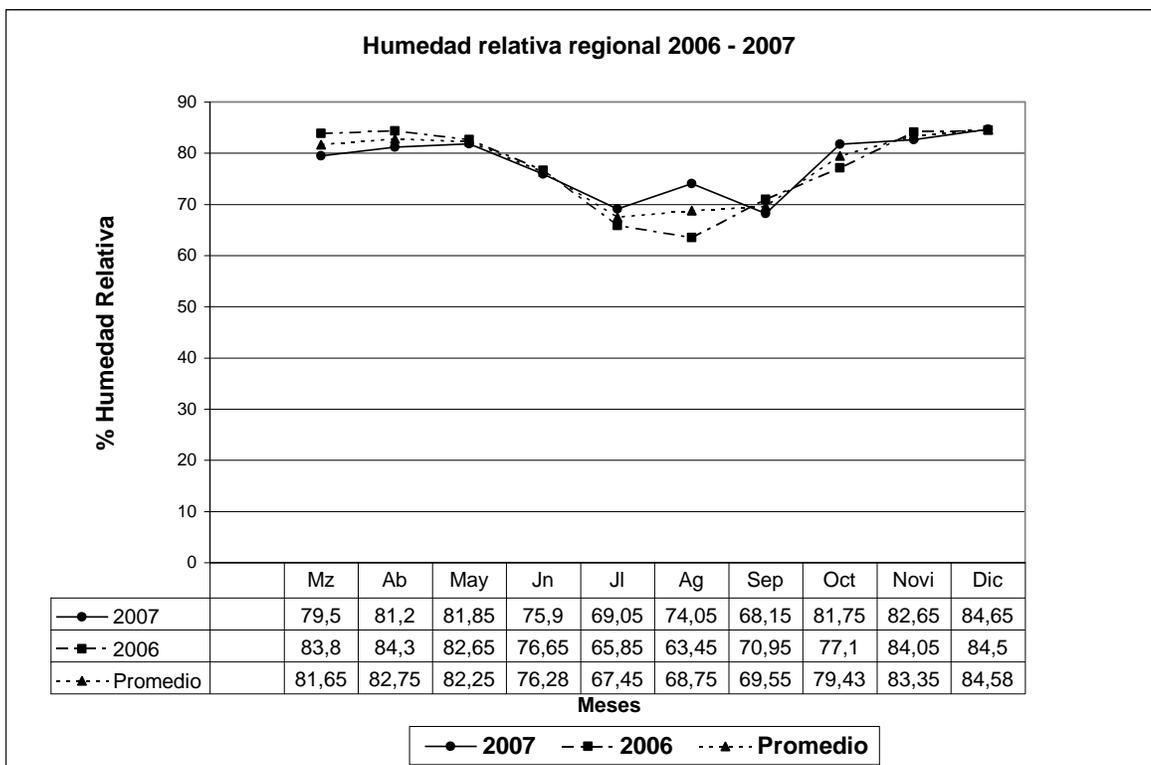
Figura 16. Precipitación promedio en las estaciones locales del departamento del Cauca



Fuente: el presente trabajo, 2009

4.4.4 Humedad relativa. El porcentaje de humedad relativa anual fue muy similar en los dos años, al reportar un promedio anual del 77.33% para el 2006, y 77.88% en el 2007, con un promedio de 77.61%; Los registros de humedad más altos en ambos años se presentaron en los meses donde hubo altas precipitaciones, correspondiente a lo periodos entre Marzo – Mayo y Octubre – Diciembre (figura 16), y el descenso en los niveles de humedad se dio entre Junio y Septiembre. Al comparar el registro de humedad de Octubre de cada año, se observa que es más alto para el 2007, lo cual se explica porque en ese mes y en ese año la precipitación fue de 473mm, frente 212.3mm del 2006, demostrando esto la estrecha relación entre las variables Humedad relativa y precipitación.

Figura 17. Humedad Relativa promedio en las estaciones locales del departamento del Cauca



Fuente: el presente trabajo, 2009

4.5 LINEAMIENTOS GENERALES

En los cuatro municipios seleccionados la incidencia de cada plaga fue diferente, algunos con mayor presencia de broca y roya, pero con baja mancha de hierro. Sin embargo, la incidencia de las tres plagas incrementó en los dos años, superando incluso el umbral de daño económico. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio roya presentó la epidemiología más alta (cuadro 10), al registrar valores de incidencia durante los dos años muy por encima del umbral de daño económico (5%).

Cuadro 10. Incidencia de Broca, Roya y Mancha de hierro en los años 2006 – 2007 en cuatro municipios del departamento del Cauca

ROYA	2006	2007	Promedio
Tambo	17,13%	15,31%	16,22%
Morales	6,64%	8,85%	7,75%
Piendamó	13,39%	22,28%	17,83%
Timbío	13,56%	20,21%	16,88%
BROCA	2006	2007	Promedio
Tambo	3,08%	3,38%	3,23%
Morales	1,10%	3,33%	2,22%
Piendamó	1,96%	8,65%	5,31%
Timbío	3,93%	8,90%	6,41%
M. HIERRO	2006	2007	Promedio
Tambo	3,54%	4,74%	4,14%
Morales	4,22%	7,73%	5,97%
Piendamó	3,07%	4,92%	4,00%
Timbío	3,97%	5,96%	4,96%

Fuente: el presente trabajo, 2009

Como resultado de este estudio se observó que las tres plagas describieron un patrón de comportamiento relacionado con las variables ambientales precipitación y temperatura principalmente, la roya y broca mostraron afinidad con temperatura, mientras que mancha de hierro con precipitación; además se pudo determinar que en las localidades evaluadas se presentaron dos periodos de lluvia (Marzo – Mayo) y (Octubre - Noviembre), siendo el segundo mas intenso, mientras que en los meses de Junio y Septiembre se presentaron el periodo seco.

la distribución climática mencionada, estuvo relacionada con la presencia de cada plaga, para el caso de broca y roya en todas las localidades la incidencia incrementó en periodos de verano (Junio – Septiembre), los municipios que presentaron altos niveles para estas plagas, la incidencia presento una distribución con tendencia uniforme, y municipios con incidencia baja, su distribución fue irregular, esto permite concluir que si la presencia de las plagas es alta y no se ejerce control sobre ellas, su ciclo de crecimiento es continuo, mientras que, al observar los registros de los municipios con baja presencia de la plaga, el ciclo de la plaga se vio interrumpido, por las labores de manejo ejercidas por el caficultor. Para el caso de mancha de hierro en todos los municipios los mayores picos de la enfermedad se dieron en el primer periodo de lluvia (Marzo y Mayo) donde

además, según Rendón (2009) se concentra el 75% de producción de café en el departamento de Cauca, factor que favoreció la diseminación del Hongo.

Como anotación final se reitera seguir las recomendaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros y Cenicafe para el control de las tres plagas, ya que de acuerdo a los resultados de este estudio, entre los meses de Junio y Septiembre y aquellos donde las altas temperaturas se prolonguen, pueden presentarse problemas de roya y broca, y meses de altas precipitaciones principalmente marzo – mayo y con alta presencia de grano, se puede presentar dificultades con mancha de hierro.

5. CONCLUSIONES

Se determinó la presencia de las plagas roya, broca y mancha de hierro en los predios de los cuatro municipios cultivos de estudio, cuyos niveles de daño económico en promedios alcanzaron los umbrales establecidos por Cenicafe.

Se logró establecer que en condiciones de los cuatro municipios donde se desarrolló el trabajo, la incidencia de las tres plagas estudiadas (roya, broca y mancha de hierro) fueron influenciadas por factores climáticos en niveles significativos para el desarrollo de éstas.

La broca y roya del café presentaron mayor incidencia en periodos de altas temperaturas, mientras que la mayor incidencia de mancha de hierro se dio en periodos de alta precipitación.

La tendencia de las tres plagas en todos los municipios fue a incrementar su incidencia influenciados por los factores climáticos.

El estudio epidemiológico presentó que la incidencia más alta se dio con roya, al superar ampliamente el umbral de daño económico con promedio para los dos años de 14.67%, mientras que broca con 4.29% y mancha de hierro con 4.77%, y mancha de hierro no alcanzaron a superar dicho umbral.

Las variables climáticas evaluadas en el periodo de estudio presentaron en promedio, una tendencia similar a los valores obtenidos en los históricos de 10 años atrás obtenidos en las dos estaciones meteorológicas.

En las variables climáticas no solo es importante observar los promedios anuales si no la distribución de las variables en el tiempo y su relación con la plagas.

6. RECOMENDACIONES

Realizar estudios similares donde se contemple la severidad de las plagas y su efecto en la producción.

Evaluar la incidencia de las plagas en un número mayor de años para obtener mayores posibilidades de comparación y seguimiento de la epidemiología de las plagas.

Vincular a estudios similares, a productores de diferentes líneas de producción de café como: orgánicos, especiales, con denominación de origen y convencional, para comparar el comportamiento de las plagas frente al tipo de manejo.

Incrementar el número de estudios relacionados con Agroclimatología en el departamento del Cauca, para obtener información mas precisa para este tipo de estudios.

Realizar estudios con material resistente para roya (café variedad Castillo) y evaluar su tolerancia ante este patógeno en el departamento del Cauca.

BIBLIOGRAFÍA

ALONZO, F. R. El problema de la broca *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) y la caficultura. Aspectos relacionados con importancia, daño, identificación, ecología y control. San José (Costa Rica); IICA – Promecafé, 1984. 242 p.

ALVARADO, A. G. Estimación del efecto de la roya sobre el crecimiento y la producción por medio de índices de resistencia. Un procedimiento para estimar la resistencia de campo en germoplasma de café. En: XIII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (s.l.: 12-14, Agosto: Villavicencio). Memorias. Bogotá D.C.: ASCOLFI, 1992. 39 p.

BECKER, R. S.; MORAES, B.C. y QUIJANO, R. M. La roya del cafeto. República Federal Alemana. Cooperación Técnica, 1991. p. 16-21.

BENAVIDES, G. M. y CÁRDENAS, M. R. La broca del café *Hypothenemus hampei*. En: Avances Técnicos CENICAFÉ. En: Avances Técnicos CENICAFÉ. 1975. Tomo 1, no. 113. p. 65-68.

BENAVIDES, M. P. Impacto de la liberación del parasitoide *Cephalonimia stephanoderis* sobre poblaciones de broca del café, en Nariño. Chinchiná (Caldas); CENICAFE, 1993. 1 p.

BUSTILLO, A. E. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Chinchiná (Colombia): CENICAFÉ, 2002. 12 p.

_____. Dosificación del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. En: Hoja divulgativa. 1998. 1 p.

_____. Estado actual de las recomendaciones sobre el manejo integrado de la broca *Hypothenemus hampei*, en la caficultura Colombiana. Chinchiná (Colombia); CENICAFE, 1995. 1p.

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. Chinchiná (Caldas); CENICAFE, 1998. p. 22 –109 – 112.

CAMAYO, G.C.; ARCILA, J. Desarrollo floral del cafeto en condiciones de la zona cafetera colombiana. En: Avances Técnicos CENICAFÉ. 1997. no. 245. p. 1-8.

CASTAÑO, Z. J. y DEL RÍO, M. L. Manual para el diagnóstico de hongos, bacterias, virus y nematodos fitopatógenos. Manizales: Zamorano, 1997. p. 39 - 201.

CASTAÑO, J. J. Mancha de hierro del cafeto. Chinchiná (Colombia): Cenicafé, 1956. vol. 7, no. 82. p. 313 - 327.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ (CENICAFE). Captura de adultos de broca del café en trampas con atrayentes. En: Brocarta. Diciembre, 2006. no. 36. p. 3 -11.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ (CENICAFÉ) Como determinar la infestación de broca en un cafetal. En: Brocarta 1993. no. 5, 2 p

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. CENICAFÉ. Control de la roya del cafeto con base en los niveles de infección. En: Avances Técnicos Cenicafé 1993. No 195. 3 p.

_____. Comportamiento de la broca del café en las plantaciones. En: Brocarta. 1998. no. 33. 4 p.

_____. La broca del café y su relación con los fenómenos climáticos. En: Brocarta. 1998. no. 14, p. 1-4.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ (CENICAFÉ); FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS (FNCC). La cartilla cafetera. no. 14. Chinchiná (Colombia): CENICAFÉ, FNC, 2006. 44 p.

COCHRAN, W. G. Sampling techniques. 3 ed. New York (USA); John Wiley, 1977. 428 p.

CORTINA G., H.A.; ALVARADO A., G. Análisis de datos provenientes de escalas de campo para seleccionar por resistencia incompleta, el caso café, roya *Hemileia vastatrix*. En: XIV Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (s.l.: 25-27, Agosto: Santa Marta). Memorias. Bogotá D.C.: ASCOLFI, 1993. 34 p.

ELLIOTT, J. M. Statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association . En: Scientific Publication. 1977. No 25. 159 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA (FNC) y CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ (CENICAFÉ). Disciplina de Agroclimatología, Archivos Climáticos. Chinchiná, (Caldas): FNC, CENICAFÉ, 2009. 5 p.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS (FNC). El café. [en línea]. Bogotá D.C. FNC. 2008. [citado en 12 septiembre de 2008]. Disponible en internet: <URL: [http://www. Cafedecolombia.com](http://www.Cafedecolombia.com)>.

_____. Café, generalidades de su proceso. Bogotá D.C.; Centro de preparación del café. 1998. 325 p.

_____. Influencia de las lluvias sobre la dispersión de la broca. En: Brocarta. 1997. no. 32, p. 1-2.

_____. Café, generalidades de su proceso. Bogotá D.C.; FNC, 1998. p. 22 – 325.

_____. Tecnología del cultivo del café: Enfermedades del cafeto. 2 ed. Manizales: CENICAFÉ, 1988. p. 158-160.

_____. La roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. Tecnología del Cultivo del Café. Manizales (Colombia); FNCC, 1988. p. 174-181.

_____. Características de la caficultura en el departamento del Cauca. Popayán (Cauca); FNC, 2007. 2 p.

_____. Tecnología del cultivo del café: Enfermedades del cafeto. 2 ed. Manizales: CENICAFÉ, 1988. p. 158-160.

FERNANDEZ, B. O.; MESTRE, M.A. y LOPEZ, D.S. Efecto de la fertilización en la incidencia de la mancha de hierro *Cercospora coffeicola* en frutos de café. Chinchiná (Colombia): CENICAFÉ, 2001. vol. 1, no. 17. p. 5-6.

FERNÁNDEZ, B. O.; CADENA, G. G; LÓPEZ, D. S.; BUITRAGO, H. L. y ARANGO, L. G. Mancha de hierro *Cercospora coffeicola* Berk y Cooke. Biología, Epidemiología y Control. En: X Colloque Scientifique International Sur le Café. (s.l.: 11-14, Octubre: Salvador). Memorias. París: Association Scientifique Internationales du café, 1982. p. 541-551.

GODOY, C. V.; BERGAMÍN, F. A. y SALGADO, C. L. Doencas do cafeeiro *Coffea arabica* L. En: KIMATI, H., *et al.* Manual de Fitopatología. Sao Paulo: Agronómica Ceres Ltda., 1997. p. 189-191.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Red de vigilancia fitosanitaria del café, Popayán, Colombia, observación inédita, 2006 – 2007.

LEGUIZAMÓN, J. E. La mancha de hierro del cafeto. En: Avances Técnicos Cenicafe 1997. no. 246. p. 1-8

LEGUIZAMON, J. E. Variabilidad de aislamientos de *Cercospora coffeicola* Berk y Br. Agente causal de la mancha de hierro del café. En: XIII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (s.l.: 12-14, Agosto: Villavicencio). Memorias. Bogotá D.C.: ASCOLFI, 1992. 64 p.

MARTINEZ, 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, 2007. no. 7. p. 17-18.

MEJIA, C. G.; LONDOÑO, O. I.; BENAVIDES, P.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. Evaluación biológica y económica de la eliminación de la traviesa para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleóptera: Scolytidae). En: XXV Congreso de la Asociación Colombiana de Entomología. (s.l.: 16-18, Julio: Cali, Colombia). Memorias. Cali (Colombia): SOCOLEN, 1998. 129 p.

MEZA, C. P. y LEGUIZAMÓN, J. E. Evaluación de formulaciones de *Bacillus thuringiensis* Berliner y *Verticillium lecanii* Zimm (Viegas) en el control de la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. Fitopatología Colombiana. Chinchiná (Colombia); CENICAFE, 1995. vol. 2, no. 19. p. 51-56.

ORTIZ, B. L. Factores epidemiológicos que favorecen los procesos monocíclicos y policíclicos de las enfermedades. Chinchiná (Colombia); CENICAFE, 1992. p. 1.

RAYNER, B. A. Contribuciones del IICA al conocimiento de la roya del cafeto. Turrialba (Costa Rica): IICA, 1977. p. 1-17.

RENGIFO, H. G.; LEGUIZAMON, J. E. y RIAÑO, N. M. Algunos aspectos biológicos de *Cercospora coffeicola*. Chinchiná (Colombia): CENICAFE, 2002. vol. 3, no. 53. p. 169 – 177.

REGALADO, O. A. Biología de la roya (primera y segunda parte). Instituto Mexicano del café. En: Boletín Técnico de Café. 1983. no 21. 2 p.

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): CENICAFÉ, 2009.

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. 1980. no. 2. p. 10-18.

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); CENICAFE, 1995. vol. 2, no. 46. p. 69 - 80. ISSN 0611.

SIERRA, C. A.; MONTOYA, E. C. y VELEZ, C. Nivel de daño y umbral económico para la roya del cafeto. En: XV Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (s.l.: 31 Agosto – 1 Septiembre: Bogotá D.C). Memorias. Bogotá D.C.: ASCOLFI, 1994. 8 p.

SOUTHWOOD, T. R. Ecological methods, with reference to the study of insect populations. 2 ed. New York (USA); John Wiley, 1978. 524 p.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of the insect populations. En: Annual Reviews of Entomology. 1984. no 29. p. 321 – 357.

THURSTON, H. D. Roya del café. Enfermedades de Cultivos en el Trópico. Turrialba (Costa Rica): IICA, 1989. p. 137-142.

VILLEGAS, G. C; BAEZA, A. C. Velocidad de dispersión de la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. Tecnología del Cultivo del Café. Manizales (Colombia):FNC, 1988. p.191-202.

WALLER, J. M. *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke. En: KRANZ, J.; SCHMUTTERER, H. y KOCH, W. Enfermedades, Plagas y Malezas de los Cultivos Tropicales. 4 ed. Berlín (Rusia): Verlag, 1982. p. 197- 198.

ANEXOS

Anexo A. Formato de evaluación en campo mancha de hierro

No. de Árbol	Rama	Frutos por Rama	Frutos con mancha de Hierro		No. de Árbol	Rama	Frutos por Rama	Frutos con mancha de Hierro
1	1				16	1		
	2					2		
	3					3		
2	1				17	1		
	2					2		
	3					3		
3	1				18	1		
	2					2		
	3					3		
4	1				19	1		
	2					2		
	3					3		
5	1				20	1		
	2					2		
	3					3		
6	1				21	1		
	2					2		
	3					3		
7	1				22	1		
	2					2		
	3					3		
8	1				23	1		
	2					2		
	3					3		
9	1				24	1		
	2					2		
	3					3		
10	1				25	1		
	2					2		
	3					3		
11	1			26	1			
	2				2			
	3				3			
12	1			27	1			
	2				2			
	3				3			
13	1			28	1			
	2				2			
	3				3			
14	1			29	1			
	2				2			
	3				3			
15	1			30	1			
	2				2			
	3				3			
TOTAL								
Fecha:					% Infección			

Anexo B. Formato evaluación en campo de broca

No. de Árbol	No. De Frutos por Rama	No. Frutos Brocados
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
TOTAL		
% Infestación		

Anexo C. Formato de evaluación en campo roya

RAMA																				
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	HP	HR																		
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
SUMA																				
X= $\frac{\text{suma HR}}{\text{suma HP}}$																				
*100																				
suma HP																				

HP: Total de hojas en cada rama

HR: Total de hojas con roya en cada rama

Anexo D. Información climática mensual

Código	Estación	Depto.	Municipio	Altitud (m)	Lat. (N)		Long. (W)	
					Gr.	Min.	Gr.	Min.
2602041	La Trinidad	Cauca	Piendamó	1671	02	45	76	35
2603506	Manuel Mejía	Cauca	El Tambo	1735	02	24	76	44

Código	Año	Mes	Temperatura (°C)			H.Rel. (%)	Lluvia (mm)	B. Sol (horas)
			Mín.	Máx.	Media			
2602041	2006	1	15,3	23,8	18,8	85	298,0	98,3
2602041	2006	2	15,6	24,7	19,2	84	164,0	111,8
2602041	2006	3	15,4	24,2	18,8	84	255,6	97,6
2602041	2006	4	15,5	24,3	18,8	85	315,0	111,3
2602041	2006	5	15,4	24,6	19,2	84	238,1	137,5
2602041	2006	6	14,8	24,7	19,3	78	77,7	145,2
2602041	2006	7	14,8	26,4	20,2	70	99,8	187,9
2602041	2006	8	14,7	26,5	20,5	67	36,2	183,0
2602041	2006	9	14,5	25,8	19,8	73	101,0	148,8
2602041	2006	10	15,4	25,2	19,4	79	145,8	145,5
2602041	2006	11	15,3	23,8	18,5	85	245,1	95,6
2602041	2006	12	15,4	24,1	18,8	85	177,9	103,1
2602041	2007	1	15,5	25,7	20,0	80	144,3	177,3
2602041	2007	2	14,2	25,6	19,9	70	68,6	191,6
2602041	2007	3	15,0	23,9	18,7	78	187,5	94,0
2602041	2007	4	15,1	24,0	18,3	79	32,2	95,3
2602041	2007	5	15,7	23,6	18,9	79	323,4	83,8
2602041	2007	6	14,2	24,0	18,8	75	65,2	152,2
2602041	2007	7	14,5	25,5	19,8	67	64,3	190,3
2602041	2007	8	14,5	24,1	18,8	79	116,3	130,2
2602041	2007	9	14,4	25,8	19,8	74	25,4	153,1
2602041	2007	10	14,6	23,4	18,1	83	415,0	113,4
2602041	2007	11	15,0	23,3	18,6	83	190,8	98,8
2602041	2007	12	14,9	22,3	17,9	85	352,7	79,4

2603506	2006	1	15,3	22,4	18,3	83,9	257,1	125,8
2603506	2006	2	15,6	23,8	18,9	81,5	119,8	148,6
2603506	2006	3	15,4	23,4	18,5	83,6	205,2	130,1
2603506	2006	4	14,9	23,3	18,4	83,6	210,6	119,1
2603506	2006	5	14,9	24,0	18,8	81,3	205,7	152,5
2603506	2006	6	13,7	23,8	18,6	75,3	99,1	114,5
2603506	2006	7	13,3	25,3	19,5	61,7	28,9	175,7
2603506	2006	8	13,1	26,2	19,7	59,9	40,2	189,4

2603506	2006	9	13,1	25,8	19,0	68,9	46,4	146,3
2603506	2006	10	14,6	25,0	18,9	75,2	279,0	135,3
2603506	2006	11	15,0	23,4	18,0	83,1	272,7	114,2
2603506	2006	12	15,3	23,4	18,4	84,0	254,6	147,4
2603506	2007	1	15,4	24,5	19,4	79,2	176,2	186,7
2603506	2007	2	13,8	24,7	19,0	73,9	107,2	195,3
2603506	2007	3	14,9	23,8	18,6	81,0	207,6	115,7
2603506	2007	4	15,1	23,9	18,5	83,4	342,3	109,9
2603506	2007	5	15,5	23,2	18,5	84,7	155,4	100,1
2603506	2007	6	14,1	23,5	18,5	76,8	32,2	109,4
2603506	2007	7	12,9	24,5	18,5	71,1	73,5	179,8
2603506	2007	8	13,5	23,9	18,5	69,1	27,1	150,6
2603506	2007	9	12,4	25,6	19,0	62,3	19,0	147,9
2603506	2007	10	13,7	23,1	17,3	80,5	531,0	104,7
2603506	2007	11	14,7	22,6	17,7	82,3	380,9	118,5
2603506	2007	12	14,8	21,6	17,3	84,3	348,6	105,7

Anexo E. Información climática multianual

Código	Mes	Temperatura (°C)			H.Rel. (%)	B. Sol (horas)	Lluvia (mm)
		Media	Mín.	Máx			
2602041	1	19,1	14,9	24,5	80	135,3	209,6
2602041	2	19,2	15,0	24,8	79	122,4	182,3
2602041	3	19,0	15,1	24,7	81	110,4	252,7
2602041	4	18,8	15,3	24,6	83	108,3	257,0
2602041	5	19,0	15,3	24,5	82	114,8	235,1
2602041	6	19,0	14,9	24,6	79	136,5	121,2
2602041	7	19,6	14,6	25,4	73	169,9	75,4
2602041	8	20,1	14,6	26,1	70	180,8	69,1
2602041	9	19,5	14,7	25,5	75	139,8	127,8
2602041	10	18,8	14,9	24,4	80	127,7	237,3
2602041	11	18,6	15,2	23,7	83	109,1	253,8
2602041	12	18,7	15,1	24,0	82	119,4	211,2

INFORMACIÓN CLIMÁTICA MULTIANUAL

Código	Mes	Temperatura (°C)			H.Rel. (%)	B. Sol (horas)	Lluvia (mm)
		Media	Mín.	Máx			
2603506	1	18,3	14,7	23,4	82	164,3	175,1
2603506	2	18,6	14,7	23,8	81	144,9	148,0
2603506	3	18,6	14,8	23,9	82	144,0	160,0
2603506	4	18,5	14,8	23,9	83	129,4	187,6
2603506	5	18,5	14,8	23,9	83	134,9	148,8
2603506	6	18,5	14,1	24,0	77	140,9	68,2
2603506	7	18,7	13,3	24,6	71	184,0	47,8
2603506	8	18,9	13,1	25,1	66	180,5	53,9
2603506	9	18,6	13,4	25,0	73	143,9	122,4
2603506	10	18,1	14,2	23,9	80	133,8	287,8
2603506	11	17,9	14,7	23,1	84	128,5	327,8
2603506	12	18,1	14,9	23,1	84	152,8	244,3