

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRICOLA Y FORESTAL



TRABAJO DE TESIS

TEMA

Efecto de diferentes niveles de insumos y tipos de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo de café (*Coffea arabica* L), Masatepe, Nicaragua 2003 - 2004.

AUTORES:

**Misael Benavides Castillo
Santos David Romero**

ASESORES:

**Ing. Arnulfo Monzón M.Sc.
Ing. Ramón Mendoza M.Sc. †**

**Octubre 2004
Managua, Nicaragua**

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Rafaela Romero

Y

Santos Membreño

A MIS HERMANOS. En especial a Benito Romero

Santos David Romero

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por darme la vida, salud y capacidad física e intelectual para culminar exitosamente mis estudios universitarios y trabajo de tesis.

A Jesucristo, hijo de Dios a quien siempre he tenido por admiración.

A mis padres: Baudilio Benavides y Rosa Castillo por la educación y cariño que me han regalado y por llevarme siempre en sus oraciones.

A todos mis hermanos por su apoyo incondicional.

Misael Benavides Castillo

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Arnulfo Monzón por la ayuda incondicional que nos brindó a lo largo de la realización de este trabajo.

Al Ing. Ramón Mendoza (que en paz descanse) por su motivación para la realización de este trabajo.

A Elvis y Ledis Navarrete, “Los cheles”, por su valiosa colaboración durante la fase de campo.

A los docentes del Departamento de Protección Agrícola y Forestal por haber contribuido en nuestra formación como profesionales.

Al DPAF por facilitarnos los equipos necesarios para la redacción del documento.

Al proyecto CATIE-MIP-AF por darnos la oportunidad de realizar ésta investigación para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.

A la Universidad Nacional Agraria por facilitar nuestra formación.

INDICE GENERAL

Sección	Página
INDICE DE FIGURAS.....	III
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE ANEXOS.....	V
RESUMEN.....	VI
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Condiciones agro-ecológicas para el cultivo de café.	4
3.2. Factores limitantes para el cultivo de café.	4
3.2.1. Condiciones climáticas y características de suelo	4
3.2.2. Plagas y Enfermedades del Café	5
3.3. Sistemas de Manejo de los Cafetos	15
3.3.1. Sistema Tradicional	15
3.3.2. Sistema Tecnificado	17
IV. MATERIALES Y METODOS.....	19
4.1. Ubicación del Ensayo	19
4.2. Establecimiento del ensayo	19
4.3. Descripción del ensayo	19
4.4. Metodología de muestreo	20

Sección	Página
4.5. Tratamientos evaluados	20
4.6. Manejo de los sistemas	21
4.7. Manejo de la sombra	22
4.8. Variables evaluadas	22
4.9. Análisis estadísticos	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
5.1. Incidencia de Mancha de Hierro	25
5.2. Incidencia de Roya	29
5.3. Incidencia de Antracnosis	32
5.4. Incidencia de Chasparria	37
5.5. Incidencia de Minador	40
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	44
XIX. ANEXOS.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Pag. No.
1. Comportamiento epidemiológico de <i>Cercospora coffeicola</i> en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	26
2. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de <i>Cercospora coffeicola</i> en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	29
3. Comportamiento epidemiológico de <i>Hemileia vastatrix</i> en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003-abril 2004.	30
4. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de <i>Hemileia vastatrix</i> en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	32
5. Comportamiento epidemiológico de <i>Colletotrichum</i> spp. en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	33
6. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de <i>Colletotrichum</i> spp. en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	35
7. Comportamiento epidemiológico de <i>Colletotrichum</i> spp. en bandola en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	36
8. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de <i>Colletotrichum</i> spp. en bandola en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 – abril 2004.	39
9. Comportamiento epidemiológico de <i>Cercospora coffeicola</i> en frutos en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	39
10. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de <i>Cercospora coffeicola</i> en fruto en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	42
11. Comportamiento epidemiológico de <i>Leucoptera coffeella</i> en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.	43

INDICE DE TABLAS

Tabla No.	Pag. No.
1. Tratamientos resultantes de las combinaciones de sombra y nivel de insumo evaluados en el estudio, Masatepe, Masaya 2003-2004.	21
2. Separación de medias por tratamiento para la incidencia de mancha de hierro mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	27
3. Separación de medias por fecha para la incidencia de mancha de hierro mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	28
4. Separación de medias por tratamiento para la incidencia de roya mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	31
5. Separación de medias por fecha para la incidencia de roya mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	31
6. Separación de medias por fecha para la incidencia de antracnosis mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	34
7. Separación de medias por tratamiento para la severidad de antracnosis mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	37
8. Separación de medias por fecha para la severidad de antracnosis mediante la prueba de Tukey (Pr: 0.0042).	38
9. Separación de medias por tratamiento para la incidencia de chasparria mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	40
10. Separación de medias por fecha para la incidencia de chasparria mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	41
11. Separación de medias por fecha para la incidencia de minador mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).	43

INDICE DE ANEXOS

Anexo No.	Pag. No.
1. Distribución al azar de los sitios para el muestreo de las principales plagas de café	51
2. Manejo de las plagas y enfermedades por réplica	52
3. Análisis de varianza de medidas repetidas para mancha de hierro	54
4. Análisis de varianza de medidas repetidas para roya	54
5. Análisis de varianza de medidas repetidas para antracnosis	54
6. Análisis de varianza de medidas repetidas para severidad	55
7. Análisis de varianza de medidas repetidas para minador	55
8. Análisis de varianza de medidas repetidas para chasparria	55
9. Comportamiento de la temperatura durante el período de estudio, Masatepe, Masaya.	56
10. Comportamiento de la humedad relativa durante el período de estudio, Masatepe, Masaya.	56
11. Comportamiento de la precipitación durante el período de estudio, Masatepe, Masaya.	57

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Experimental "Jardín Botánico", UNICAFE y en el Centro Experimental "Campos Azules", INTA, ubicados en Masatepe, Masaya en el período comprendido de mayo 2003 a abril 2004. Se estudió el efecto de las interacciones entre pleno sol y cuatro combinaciones de árboles maderables (*Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea*) y leguminosas (*Inga* spp. y *Enterolobium cyclocarpum*) y cuatro niveles y tipos de insumos químicos (AC y MC) u orgánicos (MO y BO) sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo de café en un experimento de sistemas establecido por el CATIE en el Jardín Botánico y Campos Azules en Masatepe. El ensayo cuenta de tres réplicas y 14 tratamientos, el tamaño de la parcela experimental es de 11 surcos de 10 plantas cada uno. En cada parcela se evaluaron 15 plantas distribuidas en cinco conglomerados de tres plantas cada uno. Los muestreos se realizaron mensualmente mediante el método de recuento integral y las variables evaluadas fueron incidencia de roya, mancha de hierro, antracnosis, severidad de antracnosis en bandola, incidencia de minador, broca y chasparria. Los resultados obtenidos demostraron que la enfermedad que tuvo mayor incidencia durante todos los muestreos fue mancha de hierro teniendo su mayor incidencia (15%-25%) en los meses de agosto y septiembre, los tratamientos MO - SGTR, MC - IVSG y MO - IVSG fueron menos afectados por la enfermedad, mientras que los tratamientos AC - PSOL, MC - ECTR y MC - PSOL fueron los que presentaron mayor incidencia. Otra enfermedad que se presentó durante todos los muestreos fue antracnosis y los tratamientos se comportaron de forma similar que en mancha de hierro, sin embargo es importante mencionar que esta enfermedad no alcanzó los niveles críticos establecidos (5%). En época seca se presentó la roya y el minador; para roya los tratamientos AC - PSOL, MC - PSOL y MC - ECTR fueron los que tuvieron menor incidencia, mientras que los tratamientos con mayor incidencia fueron MC - IVSG y MO - IVSG; para el minador no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

I. INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica* L.) es una planta originaria de Etiopía donde se desarrolla a una altura de 1,000 a 2,000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y a una temperatura entre 10°C y 20°C; las variedades y especies de *Coffea* se desarrollan y adaptan bien en las regiones de la zona tropical (MIDINRA 1988).

En Nicaragua, el cultivo de café fue introducido en los años 40 del siglo XIX a la zona del Pacífico y luego se extendió hacia las sierras de Managua y de ahí, hacia el Norte del país. La mayor expansión del cultivo de café, en la zona Norte, se dio durante las décadas de los setenta, ochenta, y noventa del siglo XIX, primero en la zona de Matagalpa, luego en Jinotega y las Segovias (Guharay *et al.* 2000).

El cultivo de café ha constituido a lo largo de los años la actividad de mayor importancia económica para el país, generando divisas a través de sus exportaciones que han conformado consistentemente casi el 25 por ciento del valor total de las mismas y a la vez mejorando el nivel de vida en el área rural a través de la generación de empleos, ya sean temporales o permanentes. En estudios recientes se menciona que las 43,183 fincas cafetaleras existentes generan más de 200,000 empleos temporales y 45,000 empleos permanentes, lo que representa el 31.5 por ciento de la fuerza laboral agrícola y el 11 por ciento de la nacional (IICA 2000).

En datos preliminares, Nicaragua en el 2003 tuvo un área de producción de 165,220 manzanas la cual generó una producción total de 1,325,168 qq-oro con un rendimiento promedio de 8.02 qq-oro/mz. Del total de esta producción se exportaron 1,060,134 qq-oro lo que generó un total de US\$ 69.9 millones de dólares (MAGFOR 2003).

La caficultura de Nicaragua ha experimentado varios sistemas de producción, con el objetivo de mejorar la producción, tanto en calidad como en cantidad. Estos sistemas se han caracterizado por los diversos estilos de manejo, sin embargo, normalmente se habla de dos sistemas, tradicional y tecnificado. Éstos representan los extremos de un continuo de intensificación dentro del sector cafetalero, en los que influyen factores como: topografía, zona ecológica y el nivel de pluviosidad (De La Ilana 2000), así como factores vinculados al manejo tales como: uso de insumos, sombra, variedades, densidades de siembra, rendimiento, etc.

El sistema tradicional se caracteriza por el asocio de árboles de sombra con el café. Los rendimientos bajo este sistema son bajos, sin embargo, se reducen los costos de producción en relación al control de malezas, plagas y enfermedades, ya que la incidencia de éstas es limitada debido a las condiciones que le brinda el sistema. Todo esto se traduce en estabilidad económica y ecológica (Vaast 1999).

El sistema tecnificado, el cual se caracteriza por ser un monocultivo, ofrece una alta producción debido a que las plantas de cafetos, que crecen a plena exposición solar, se encuentran en su máxima actividad fisiológica. Después de cada cosecha, las plantas presentan deficiencias nutricionales por lo que se hace necesario el uso de fertilizantes químicos para su nutrición (Gutiérrez *et al.* 2003).

Ambos sistemas tienen sus ventajas y desventajas según los intereses que se persigan, ya sea de alta productividad o sostenibilidad económica y ecológica. Sin embargo, se hace necesario la identificación de estrategias de manejo que permitan desarrollar una caficultura sostenible y productiva, que pueda potenciar los procesos ecológicos en combinación con insumos locales y externos (Aguilar *et al.* 2002).

Ante esta necesidad, se ha iniciado una investigación en Masatepe, Departamento de Masaya, Nicaragua con el propósito de generar información sobre la influencia que tiene la interacción entre pleno sol y cuatro combinaciones de árboles de sombra maderables y leguminosas y cuatro niveles de insumos químicos y orgánicos sobre el comportamiento de las principales plagas del café.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Generar información sobre la influencia de la interacción entre diferentes tipos de especies de sombra y pleno sol, con diferentes niveles y tipos de insumos sobre el comportamiento de las principales plagas del café.

2.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la interacción de cuatro niveles de insumos químicos y orgánicos, con cuatro especies de sombra, maderables (acetuno y roble) y leguminosas (guaba y guanacaste), y pleno sol, sobre el comportamiento de las principales plagas del café.

Comparar el efecto entre los niveles de insumos alto convencional (AC), medio convencional (MC), medio orgánico (MO) y bajo orgánico (BO), sobre el comportamiento de las principales plagas del café.

Comparar el efecto entre especies de sombra guaba, guanacaste, acetuno y roble, con pleno sol, sobre la dinámica de las principales plagas del café.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Condiciones agro-ecológicas para el cultivo de café.

El cultivo de café se desarrolla óptimamente a alturas entre 900 y 1,200 msnm, con temperaturas de 17 °C a 23 °C, precipitación entre 1,600 y 1,800 mm, y humedad relativa entre 70% y 85% (Guharay *et al.* 2000).

Los suelos óptimos para el cultivo de café son aquellos bien drenados, profundos (no menos de un metro), con subsuelo permeable que permita una buena distribución de raíces, con una reacción neutra o ligeramente ácida (pH de 5 a 6.5), con una pendiente entre 1 y 15%, de textura franca, con buen nivel de materia orgánica para asegurar una buena economía de agua y aire, y ricos en nutrientes, especialmente potasio (Sánchez 1976; INRA 1980; Salinas 1991; Alvarado y Rojas 1994).

3.2. Factores limitantes para el cultivo de café.

El cultivo de café se ve limitado por diversos factores que afectan su producción. Entre estos factores podemos mencionar, principalmente, las condiciones climáticas y características de suelo, y los problemas de plagas y enfermedades como la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cke), antracnosis (*Colletotrichum* spp. Noack), ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk & Curt), derrite (*Phoma costarricensis*), mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke), minador (*Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville), broca (*Hypothenemus hampei* Ferr.), cochinillas arinosas (*Planococcus citri* L.), etc.

3.2.1. Condiciones climáticas y características de suelo

En nuestro país, las plantaciones de café, se dividen en dos zonas de acuerdo a la altura. Las zonas bajas, con alturas de 200 a 600 msnm, con precipitaciones anuales que alcanzan los 1,400 mm, temperatura promedio de 28°C y suelos profundos moderadamente planos, que incluye al denominado triangulo de oro, situado entre Diriamba, Jinotepe y San Marcos (Carazo) y que se extiende hasta Masatepe (Masaya). Y las zonas altas, con alturas de 600 a 1,200 msnm, con precipitaciones anuales de hasta 1,600 mm, temperaturas promedio entre 20 y 22°C y suelos de topografía quebrada, no muy profundos, localizados en las regiones norte y central tales como Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia y Boaco. Las plantaciones de café,

en zonas altas, presentan menos limitantes para la producción cafetalera, en cuanto a temperatura y lluvias, aunque los suelos y pendientes pueden presentar ciertas limitantes. Sin embargo, existen zonas altas cafetaleras en lugares como Pueblo Nuevo y Estelí, donde la precipitación puede ser un factor limitante para el cultivo del café. Las plantaciones de café de zonas bajas, ubicadas en la región del pacífico son mayormente privilegiadas por la calidad de los suelos y pendientes mas adecuadas. Sin embargo, estas zonas presentan limitaciones de altura y de lluvia. Por otro lado, zonas bajas cafetaleras como El Cuá en Jinotega, o Nueva Guinea, tienen limitaciones en cuanto al suelo y fertilidad, pero no en cuanto a precipitaciones (Guharay *et al.* 2000).

3.2.2. Plagas y Enfermedades del Café

El cultivo de café es atacado por gran cantidad de plagas y enfermedades, las cuales deben combatirse aplicando medidas preventivas y métodos de control oportunos y apropiados. El caficultor debe mantener una constante y cuidadosa inspección de la plantación, con el fin de detectar a tiempo cualquier problema fitosanitario y aplicar los tratamientos químicos, biológicos y botánicos y así evitar daños de importancia económica (Alvarado y Rojas 1994).

A continuación se describen las características generales de roya, mancha de hierro, antracnosis, minador y broca, sus efectos en la planta y las técnicas de combate más recomendables.

Roya del café

La roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome) es la enfermedad foliar más conocida del café. Sus infecciones pueden llegar a causar defoliaciones considerables, culminando en algunos casos en la muerte de la planta por defoliación (Becker *et al.* 1991).

Epidemiología: El desarrollo de la enfermedad inicia con las primeras lluvias, reactivando la esporulación sobre las lesiones necrosadas o latentes. Las uredosporas son liberadas, transportadas y depositadas sobre el envez de las hojas. La germinación es dependiente de la temperatura y ocurre a temperaturas de 22°C a 23°C, oscuridad, y presencia de agua líquida (entre 24 y 48 hrs) durante todo el

proceso hasta la penetración (formación de apresorio a temperatura entre 14°C y 16°C). La germinación ocurre con mayor frecuencia de noche, aunque también podría realizarse de día en cafetales cultivados bajo sombra (Dufour *et al.* 1999). Después de la penetración se establecen las relaciones tróficas entre el hongo y la planta, el hongo multiplica su micelio y crece dentro de la hoja (22°C y 24°C). Luego se forman de nuevo, esporas que salen a través de los estomas (Guharay *et al.* 2000).

El desarrollo de la enfermedad puede ser afectado por lluvias fuertes y prolongadas que eliminan las esporas por lavado. También durante el transporte por el viento, la viabilidad de las uredosporas puede verse afectada por el secamiento y las bajas temperaturas y después de la deposición por una película de agua insuficiente para completar la germinación o por una exposición prolongada a los rayos del sol (Dufour *et al.* 1999).

Daño: El hongo que causa la roya sólo puede infectar las hojas, al disminuir el área de fotosíntesis baja el potencial productivo de la planta y las pérdidas que causa la enfermedad se dan en los ciclos productivos posteriores (Guharay *et al.* 2000). El ataque de la roya puede verse favorecido por la sombra. Figueroa *et al.* (1996) afirma que la enfermedad se presenta en época de lluvia y puede ser más fuerte en cafetales muy sombreados con exceso de humedad o en cafetales desnutridos expuestos a pleno sol. Es necesario saber que el hongo que causa la roya es capaz de causar serios problemas de defoliación tanto en cafetales a pleno sol como bajo sombra (Beer *et al.* 1998). También la alta producción causa un debilitamiento, por el excesivo consumo de nutrientes, y provoca una predisposición del café al ataque de la roya.

Manejo: El manejo de la roya puede ser preventivo mediante actividades prácticas (Figueroa *et al.* 1996):

- Fertilización de los cafetos antes de la floración y después de la cosecha para obtener plantas vigorosas.
- Regulación de sombra y deshierbe oportunamente para disminuir la humedad en el cafetal.

- Fertilización de forma balanceada con una dosis adecuada de potasio y magnesio para fortalecer el follaje.

Otra forma de manejar la enfermedad es a través del control natural: actualmente, en los cafetales de Nicaragua, se han encontrado dos posibles organismos benéficos, el hongo *Verticillium* spp. y la larva de una mosquita (*Cecedomyiidae*), que se alimenta de las esporas de la roya. En 1992, se demostró que, en todos los ambientes en Nicaragua donde hay roya, también hay *Verticillium* spp. Este hongo penetra las esporas de la roya, degenerándolas o inhibiendo su crecimiento, por medio de secreciones (Guharay *et al.* 2000).

El manejo de la enfermedad también puede ser a través del control químico: aspersiones de caldo bordelés (sulfato de cobre), ha sido un tratamiento efectivo para el control de la roya; en caso de infecciones severas se aplica al inicio del período lluvioso, cuando debajo de las hojas comienzan a expandirse manchas de color amarillo. Las aplicaciones pueden repetirse cada cuatro semanas, sin embargo, su uso frecuente puede producir acumulación de cobre en el suelo, raíces finas y hojas, provocando graves síntomas de fitotoxicidad, por ejemplo: escaso desarrollo radical, amarillamiento y encrespamiento de hojas. Como efecto secundario, se puede inducir a una mayor incidencia de minador y a una mayor concentración de plomo en la planta y en el fruto, afectando la salud de los consumidores (Arévalo y Porras 1996).

Mancha de hierro o chasparria

Mancha de hierro o chasparria, son los nombres con los cuales se le conoce a la enfermedad del cafeto incitada por el hongo *Cercospora coffeicola* Berk & Cke (Flores *et al.* 1979), esta enfermedad ataca al café en cualquier edad, desde el almácigo hasta cafetales adultos. Su incidencia es muy común en cafetales situados en zonas bajas secas y a pleno sol, posiblemente debido a la susceptibilidad de la planta por estrés hídrico y/o deficiencias nutricionales, y puede llegar a defoliar completamente la planta de café (Beer *et al.* 1998).

Epidemiología: El desarrollo de la enfermedad inicia con las primeras lluvias, reactivándose la esporulación sobre las lesiones que han quedado en las hojas viejas (Bautista 1988). La plena exposición solar de los cafetos, el estrés nutricional de las plantas, alta humedad relativa (superior a 80%), presencia de una lámina fina

de agua y temperaturas entre 20°C y 26°C, son condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad (Blandón y Ruiz 2003).

La incidencia de la enfermedad aumenta para los meses de septiembre y octubre, cuando la temperatura promedia 25°C y la humedad relativa es de 80% (Somarriba 1992).

Daño: El ataque del hongo a la planta se presenta desde que están en semillero, en plantas establecidas el hongo no solo infecta hojas sino también frutos. En hojas, las manchas adultas pueden alcanzar un centímetro o más de diámetro, produciendo generalmente fructificaciones del hongo (esporas) en el haz de la hoja (ISIC 1977). Cuando la mancha se necrosa se estimula la abscisión de hojas, resultando en una defoliación general de la planta que influye directamente sobre la producción (IHCAFE 1990). En frutos, en estado consistente, se observan manchas de color café, las cuales con el tiempo cubren la mitad del fruto. En esa fecha, las manchas en el centro son café y alrededor café rojizo (UNICAFE 1996), la pulpa se pega al pergamino, afectando el proceso de beneficiado del grano. Su combinación con *Colletotrichum* spp. puede llegar a podrir el fruto (Guharay *et al.* 2000).

Manejo: El manejo de la enfermedad puede ser preventivo mediante prácticas culturales así como curativo que incluye el uso de sustancias químicas. Las prácticas culturales están orientadas a evitar altos niveles de incidencia, tratando de minimizar principalmente los factores que más le favorecen (IHCAFE 1990; Gutiérrez *et al.* 2003):

- En cafetales bajo sombra, es necesario una regulación de la sombra para evitar el exceso de humedad o de iluminación.
- Realización de un adecuado programa de fertilización ya que plantas mal fertilizadas o con estrés hídrico son más susceptibles al ataque de la enfermedad.
- Controlar los nematodos fitoparásitos ya que éstos predisponen a la planta al ataque del hongo. Para detectar la presencia de nematodos es necesario un muestreo de suelo y raíces.

En el manejo químico se hace uso de sustancias tales como los productos a base de cobre que han probado ser eficaces para el manejo de la mancha de hierro: oxiclорuro de cobre 50% (5 gramos/litro de agua), caldo sulfocálcico (1 litro en bombas de 20 litros). Otros productos curativos son: Mancozeb (68 gramos en 20 litros de agua), Anvil (35 cc en 20 litros de agua).

Antracnosis

La antracnosis del cafeto (*Colletotrichum* spp. Noack) es una enfermedad de gran importancia en las áreas cafetaleras de todo el país, desde zonas bajas y secas hasta zonas altas y húmedas, así como en cafetales con diferentes niveles de tecnología. Su importancia se debe a la capacidad que tiene el hongo de afectar diferentes órganos de la planta, así como su capacidad de afectar a las plantas de café en todas sus etapas de desarrollo (Gutiérrez *et al.* 2003).

Epidemiología: Las estructuras de reproducción de *Colletotrichum* spp., llamadas conidias, están fuertemente adheridas al tejido enfermo cuando está seco, pero cuando inician las lluvias, se desprenden fácilmente, y son liberadas y diseminadas por las lluvias a lo largo de las bandolas y/o ramas, hojas, flores y frutos. La presencia de agua es fundamental para el desarrollo de la enfermedad, ya que permite que la conidia se disperse, germine y penetre en la planta, dando inicio al período infeccioso; las temperaturas entre 20 y 30°C, así como la humedad relativa de 80% o más, son muy favorables para el desarrollo de la enfermedad. Los síntomas pueden manifestarse desde los 7 hasta los 24 días después que ocurre la infección, dependiendo de que tan favorables son las condiciones ambientales y la susceptibilidad de la planta (plantas con deficiencias nutricionales, plantas con mal formación de raíces, plantas atacadas por plagas y enfermedades y plantas sembradas a plena exposición solar) (Gutiérrez *et al.* 2003).

Daño: El hongo que causa la enfermedad es llamado oportunista, debido a que aprovecha ciertas condiciones de la planta para realizar su ataque. Éste ataque se puede presentar desde la etapa de plántula hasta plantas en producción; en hojas, ramas, brotes terminales, flores y frutos; provocando principalmente defoliación, reduciendo hasta el 70% la capacidad productiva de los cafetos, llegando a causar la muerte de ramas y hasta la planta. El daño en las ramas es considerado de mayor

importancia, ya que causa la muerte regresiva de éstas, ocasiona la pérdida de hojas, flores y frutos y de la planta.

El hongo afecta frutos verdes y maduros, cuando el ataque ocurre en frutos verdes el daño inicia como pequeñas lesiones oscuras y hundidas que se extienden rápidamente hasta cubrir todo el fruto, el cual se seca, se pone negro y queda pegado en las ramas. Cuando la infección ocurre sobre frutos maduros, el ataque del hongo se restringe a la pulpa sin dañar el grano, pero dificulta el despulpado, afectando la calidad del grano (Gutiérrez *et al.* 2003).

Manejo: El manejo de esta enfermedad es más preventivo que curativo. Las prácticas culturales realizadas en el manejo preventivo están orientadas a evitar que la enfermedad alcance el nivel de daño económico (Gutiérrez *et al.* 2003):

- Podar las bandolas afectadas y/o eliminación de tejido improductivo: sacarlas del cafetal y quemarlas. El corte de las ramas y/o bandolas debe hacerse unos 10 centímetros por debajo del límite del tejido afectado. Ésta es una forma efectiva para disminuir el inóculo primario en el campo.
- Si su cafetal es manejado bajo sombra, es necesario mantener un nivel de sombra adecuado en el cafetal (35% al 65%). Al regular la sombra, se crea un ambiente favorable para el cafeto, se mejora la circulación del aire, reduce el rocío sobre las hojas, permite una entrada regulada de luz y crea condiciones desfavorables para el desarrollo de las enfermedades.
- Manejar las malezas: eliminación, principalmente, de aquellas más agresivas y con mayor capacidad de competencia y dejar aquellas menos dañinas al cafetal.
- Fertilización de la planta: la nutrición balanceada de la planta aumenta la capacidad de resistir al ataque de la enfermedad. La fertilización química, basada en el análisis de suelo de los cafetales afectados, se hace para corregir las deficiencias de los elementos mayores como fósforo y potasio y evitar el exceso de nitrógeno, ya que éste último aumenta la predisposición de la planta al estimular la formación de tejido joven. La fertilización orgánica puede hacerse aprovechando los recursos que están dentro de la finca como la pulpa, elaboración de compost o bocachi.

El manejo químico incluye los productos a bases de cobre como oxiclórico de cobre 50%, hidróxido de cobre 50%, caldo bordelés o caldo sulfocalcico, que han demostrado buena eficacia para el manejo de la antracnosis.

Minador

Biología y Hábitos: El minador de café (*Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville) es una mariposa muy pequeña que pertenece a la familia *Lyonetiidae* del orden *Lepidoptera*. Este insecto tiene ciclo de vida completo: huevo, larva, pupa y adulto. Los huevos son puestos sobre el haz de las hojas, con una duración de 5 a 21 días según la temperatura; en verano eclosionan un 96% y en invierno un 77%. El estado larval puede durar de 9 a 42 días. Es el estado más importante ya que la larva se introduce y come la parte interna de las hojas, abriendo galerías o minas por donde pasa, provocando la muerte del tejido. Cuando la larva alcanza su desarrollo completo, sale de la mina para formar un capullo en el envés de la hoja, que generalmente tiene forma de "X". El estado pupa puede durar de 4 a 12 días. El adulto del minador puede vivir de 5 a 7 días. En este período, la hembra pone un promedio de 35 huevos (Le Pelley 1973; Guharay *et al.* 2000).

Las poblaciones de minador crecen rápidamente en condiciones de humedad relativa entre 70% y 90% y temperaturas entre 22°C y 25°C, con buena aireación y penetración de luz, o sea, en cafetales situados por debajo de 1,300 msnm, cuando las deshierbas son demasiado exageradas y el cafetal está expuesto al sol (Figueroa *et al.* 1996; De La Llana 2000).

Daño: El minador ataca las hojas del cafeto principalmente en zonas bajas, en el período de abril y mayo el minador tiene influencia en la caída de las hojas y puede presentar efectos sobre la cosecha, debido a que en ese período las hojas que caen son hojas nuevas que alimentarían la formación del fruto (De La Llana 2000). El minador de la hoja del cafeto hace el daño en su fase larvaria, perforando el tejido vegetal y alimentándose del parénquima o mesófilo de las hojas produciendo minas, las hojas pueden ser fuertemente atacadas por las larvas llegando a causar en conjunto el necrosamiento del 90% de la hoja, acompañado de una considerable caída de hoja (Le Pelley 1973). El daño es generalmente mayor en plantaciones sin sombra, los rayos solares aceleran el desprendimiento de las hojas. En plantaciones bajo sombra el daño es considerablemente menor (Sequeira e Hidalgo 1979).

Manejo: Tradicionalmente los productores cafetaleros han utilizado productos químicos para el manejo de las poblaciones del minador. Sin embargo, en la actualidad existen diferentes formas de controlar las poblaciones del minador.

El manejo de las poblaciones se puede dar de forma natural o a través de prácticas culturales: en los cafetales con sombra y plantas de coberturas el ambiente húmedo de la plantación se mantiene por más tiempo después que terminan las lluvias, bajo estas condiciones el minador no afecta tan fuerte y no llega a causar serios problemas, además, sus poblaciones pueden ser reguladas por otros seres vivos en los cafetales que actúan como enemigos naturales. Por ejemplo, los parasitoides de larvas de minador pueden causar de 10% a 60% de mortalidad, y los depredadores pueden causar de 50% a 80% de mortalidad a los huevos, larvas y pupas. Las poblaciones del minador también pueden ser reguladas por algunas condiciones climáticas como las lluvias, que causan la muerte de las mariposas y de las larvas del minador (Sequeira e Hidalgo 1979).

El manejo curativo del minador puede ser a través de opciones no químicas mediante el uso de productos botánicos como los que se obtienen del árbol de Nim, planta de tabaco, etc. Cuando las poblaciones del minador presentan una incidencia de 30% en los meses de marzo, abril y mayo, se pueden hacer aplicaciones de productos botánicos como el aceite de Nim o el té de Nim. Para el té de Nm se utilizan 20 gramos de semilla molida o 25 gramos de torta de nim por litro de agua. Normalmente, en una manzana, utilizamos 10 bombas, o sea, unos 200 litros de agua. Por lo tanto hay que usar 4 kilogramos de semilla molida o 5 kilogramos de torta molida, para aplicar en una manzana (Guharay *et al.* 2000).

Si las poblaciones del minador se mantienen en 30% de incidencia, aun después de la aplicación del té de nim, entonces es necesario hacer uso de productos químicos, por ejemplo, Decis 2.5% C.E a una dosis de 0.5 cc/litro de agua (IHCAFE 1990).

Broca del Café

La broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) es considerada la plaga de mayor importancia y la mayor amenaza económica para el cultivo de café (Soto-pinto *et al.* 2000), causando pérdidas, en un año, de hasta 50% de la cosecha. Por ejemplo, en una plantación de la región de Cotui en República Dominicana, se reportaron 60.41% y 67.55% de los frutos de café en cereza perforados (Dufour *et al.* 1999).

Biología y Hábitos: La broca del café se caracteriza por su sorprendente poder de adaptación y de dispersión. Pasa casi todo su ciclo de vida en el interior de una fruta donde se alimenta y protege contra diferentes factores del medio. Su dispersión, a largas distancias, está garantizada por el insecto mismo gracias al vuelo y por la acción directa del hombre, al momento del transporte del café en cereza infestado. Bajo este modo de vida, la broca del café tiene su supervivencia garantizada, sobre todo en aquellas regiones donde el café es un monocultivo.

La corta fase visible del ciclo de vida de la broca es la dispersión, que se presenta con el inicio de las lluvias, y se ve favorecida por las altas temperaturas, presentando la mayor actividad de dispersión durante el período más caliente del día (Dufour *et al.* 1999).

En cuanto al desarrollo de la broca, la altura puede ser un factor limitante. Ésta es más común a alturas entre 800 y 1,000 msnm, y temperatura promedio anual entre 23°C y 25°C.

La humedad generada por la sombra, tradicionalmente utilizada en caficultura, favorece el desarrollo y multiplicación de la broca (Dufour *et al.* 1999). Sin embargo se ha demostrado que bajo estas condiciones la presencia de enemigos naturales de la broca es muy común (Soto-pinto *et al.* 2000).

Daño: La broca, inicialmente provoca la caída prematura de los frutos debido al ataque a las cerezas jóvenes cuando todavía están en estado lechoso, con la consecuente reducción en la producción de granos maduros. Pero el mayor daño es causado cuando la hembra perfora el grano (estado semi-lechoso o maduro), excava las galerías y oviposita, las larvas se alimentan y desarrollan en el endospermo. Como consecuencia de estos ataques, el grano pierde peso, disminuyendo el índice de rendimiento o la relación uva-oro, y por consiguiente reduce el valor del grano en el mercado (González 1989; Figueroa *et al.* 1996; Guharay *et al.* 2000). La calidad comercial del fruto también se ve afectada, sobre todo en aquellos mercados exigentes de cafés especiales (Dufour *et al.* 1999).

Manejo: Para reducir el daño provocado por la broca es necesario emplear los conocimientos sobre biología y ecología de esta plaga.

El manejo de la broca puede ser preventivo a través de prácticas culturales como la pepena o el uso trampas. La pepena o remoción de granos se realiza al final de la cosecha cuando las poblaciones de broca sobreviven en los frutos que han quedado

en la planta y en el suelo, esta medida reduce considerablemente las poblaciones de broca del siguiente ciclo cafetalero. El uso de trampas es una alternativa en lugares donde la mano de obra para la pepena es escasa, el uso de trampas semio-químicas (0.46 kilogramos de fruto/litro de alcohol) garantiza la captura de una cantidad significativa de adultos, pero únicamente en el período en que no hay frutos disponibles en la planta (Guharay *et al.* 2000).

El manejo de la broca también puede ser curativo y puede incluir control biológico y control químico: el control biológico consiste en la liberación (después de la cosecha) de parasitoides como la avispa *Cephalonomia stephanoderis*, que actúa como un ectoparásito primario y específico de la broca. Sin embargo, el desarrollo de las poblaciones de este parasitoide se ve limitado por mortalidad al extraer el fruto parasitado en el campo y por disponibilidad de estadios de desarrollo de broca susceptibles de ser parasitados al final del periodo de postcosecha (Dufour *et al.* 1999). Otra forma de control biológico es la aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, éste se aplica durante la etapa de floración principal cuando la incidencia de broca es alta, éste hongo es uno de los enemigos naturales más importantes y eficientes de la broca, sus conidios entran en contacto con el insecto y liberan enzimas que perforan el tegumento del mismo, en el interior del insecto el hongo invade todos los tejidos del insecto llegando a paralizar las funciones vitales del mismo. La manifestación característica es la presencia de una pequeña puntuación algodonosa generalmente en el orificio de entrada de la broca en el fruto, donde se halla el insecto muerto y del cual emergen los cuerpos fructíferos del hongo que presentan coloración generalmente blanquecina. El hongo requiere condiciones ambientales adecuadas para su último desarrollo: temperaturas entre 20-25°C y humedad relativa de alrededor del 80% (Figueroa *et al.* 1996).

El control químico se aplica en plantaciones donde la incidencia de broca es muy alta, se puede considerar el uso del insecticida Endosulfán, una única aplicación protege la producción hasta la cosecha y debe ser efectuada en la etapa de floración principal (frutos en estado lechoso) (Dufour *et al.* 1999). La dosis adecuada para una aplicación es a razón de 350 hasta 500 ml ia/ha en 200-350 litros de agua. Los resultados, con estas dosis, son de 70 a 90% de mortalidad, sin embargo, es muy tóxico para los mamíferos, incluyendo los humanos, y es sumamente tóxico para los peces (Guharay *et al.* 2000), por lo que su uso debería ser restringido.

3.3. Sistemas de Manejo de los Cafetos

3.3.1. Sistema Tradicional

El sistema tradicional se caracteriza por la utilización de árboles de sombra dentro del cafetal. Esta asociación permanente de árboles de sombra con el café, proporciona un ambiente productivo que le permite al productor diversificar su producción (madera, leña y frutas para su autoconsumo y venta), lo que permite tener mayor estabilidad económica, sobre todo cuando los precios del café en el mercado internacional son bajos (Vaast 1999).

Esta estructura agroforestal da como resultado una producción de café bastante estable. Resultados de un estudio comparativo de efectos de diferentes niveles de sombra, demostró que las parcelas bajo sombra homogénea de 40% a 60% producida por *Erythrina poeppigiana*, obtuvieron rendimientos similares que parcelas al sol o bajo *Erythrina* podada completamente tres veces al año (Fernández y Muschler 1999). En cuanto a calidad del grano, un estudio demostró un efecto positivo de la sombra, los granos producidos en la sombra fueron significativamente más grandes y de mejor calidad organoléptica (Fernández y Muschler 1999).

El desarrollo de las malezas se ve limitado por la reducción de la cantidad de luz que cae sobre el suelo, y por la hojarasca que cae de los árboles y cubre la superficie del suelo. Un estudio para determinar el efecto de los árboles de sombra sobre las malezas, reportó un cambio en la composición de las especies de malezas (malezas de hoja ancha dominando sobre malezas de hoja fina) (Soto-pinto *et al.* 2000). En otro estudio, el desarrollo de las malezas en una plantación de café fue virtualmente eliminada, y las malezas de hojas finas completamente suprimidas bajo un tratamiento de sombra homogénea mayor o igual a 40% (Beer *et al.* 1998). El suelo es protegido de la erosión y de la luz directa que cae sobre él ya que la sombra actúa como una cubierta protectora que disminuye el impacto directo de las gotas de lluvia y reduce la velocidad del viento (Wrigley 1998; Cantarero 2001).

La conservación de la humedad y fertilidad del suelo, particularmente de la materia orgánica, se ve favorecida por la presencia de la hojarasca proveniente de los árboles de sombra. Muchos de estos árboles de sombra son leguminosas cuya característica es la fijación de nitrógeno (Wrigley 1998), que es un elemento esencial para el crecimiento de los cafetos, principalmente para la producción de follaje y de las ramas laterales así como para el desarrollo de los frutos (Figuerola *et al.* 1996).

El ambiente sombrío y la diversidad de especies de árboles de sombra proveen un albergue para una gran diversidad de organismos que incluye a las aves, hormigas, arañas, avispa, escarabajos y otros. Muchos de estos organismos contribuyen a controlar las plagas potenciales del café debido a su acción de depredación o parasitismo (Guharay *et al.* 2000; Soto-Pinto *et al.* 2001; Fernández y Muschler 1999). A su vez, esta compleja vegetación puede proveer de hábitat a microorganismos como bacterias y hongos los cuales pueden actuar como antagonistas de microorganismos fitopatógenos (Soto-Pinto *et al.* 2001).

Los árboles de sombra asociados con el café crean un ambiente que puede o no favorecer el desarrollo de ciertas plagas. Por ejemplo, la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari), considerada la plaga de mayor importancia y la mayor amenaza económica para el cultivo, se ha reportado en cafetales con sombra densa, pero se ha sugerido que algunos tipos de sombra favorecen la persistencia del agente de control biológico *Beauveria bassiana*, un hongo entomopatógeno, y *Cephalonomia stephanoderis*, una avispa parasítica de las larvas de broca (Beer *et al.* 1998). Algunas veces el desarrollo de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome), un hongo que causa serios problemas de defoliación, se ve favorecido por una sombra densa, pero dentro de este mismo ambiente crece *Verticillium* spp., un hongo hiperparásito de la roya. En 1992, se demostró que, en todos los ambientes de Nicaragua donde hay roya, también hay *Verticillium* spp. Este hongo penetra las esporas de la roya, degenerándolas o inhibiendo su crecimiento (Guharay *et al.* 2000).

Los árboles de sombra también pueden ser hospederos alternativos de plagas y enfermedades. Por ejemplo, la leguminosa *Leucaena glauca* puede ser hospedero de *Planococcus citri* L. (Le Pelley 1968), mientras que la *Inga* spp. y muchos árboles frutales (cítricos y mango), pueden ser afectados por *Mycena citricolor* (Beer *et al.* 1998), un hongo que provoca defoliación y manchado de frutos (Wang y Avelino 1999).

La característica propia del sistema tradicional de inhibir el desarrollo de algunas malezas y albergar organismos parásitos y depredadores de las plagas del café, reduce el uso de sustancias curativas. Si es necesario se aplica, primeramente, remedios naturales como la infusión de hojas de tabaco como insecticida, y como preventivo caldo bordelés o sulfato de cobre para controlar las enfermedades. En

última instancia se aplican fungicidas e insecticidas sintéticos cuando las incidencias son muy altas, esta última aplicación generalmente es casi nula (Fernández y Muschler 1999). Esto contribuye en gran manera a conservar el medio ambiente.

3.3.2. Sistema Tecnificado

El sistema tecnificado se caracteriza por ser un monocultivo con un manejo intensivo enfocado más en la alta productividad de los cafetos por área. Se hace uso de variedades de alto rendimiento, las cuales se siembran muy juntas para elevar las densidades de siembra, y se reducen o eliminan totalmente los árboles de sombra con el objetivo de aumentar la luminosidad y por consiguiente el rendimiento del café (Rice *et al.* 1996).

Este sistema de monocultivo da como resultado una producción de café exitosa, por lo menos en los primeros años; las demandas nutricionales de los cafetos son mayores por lo que se hace necesario el suministro intensivo de fertilizantes químicos a la planta. En un estudio enfocado en la interacción entre la sombra y diferentes niveles de fertilización, las parcelas a pleno sol tuvieron rendimientos de más de 50% que las parcelas bajo sombra (Aguilar *et al.* 2002). Sin embargo, se ha observado que la productividad y longevidad de la planta de café se ve reducida con el tiempo debido a la alta producción a la que es sometida la planta (Vaast 1999).

Las malezas se presentan con mayor frecuencia debido a la plena exposición solar del suelo, estimulando su crecimiento y proliferación. Esta situación obliga al uso continuo de herbicidas químicos para su control o bien chapias continuas para evitar que compitan con el café. Un estudio en Nicaragua demostró que los métodos de lucha influyen sobre la composición de las malezas; si se efectúan chapias, retoñan dicotiledóneas perennes las cuales tienen más posibilidad de subsistencia que las anuales. En el caso del control químico, al utilizar mezclas convencionales en aplicaciones generales se ha observado predominancia de gramíneas perennes y bejucos (UNICAFE 1996).

En la condición de monocultivo, cualquier planta que no sea café es considerada indeseable por lo que se elimina, dejando el suelo a plena exposición solar y sin ninguna protección. Las gotas de lluvia golpean directamente a la planta, lo que provoca daños físicos, y el suelo queda susceptible a la escorrentía de las lluvias y a

la erosión consiguiente. A largo plazo, esta erosión desplaza los horizontes fértiles de los suelos (Bornemisza *et al.* 1999).

El café a pleno sol crea un ambiente caluroso y seco, óptimo para el minador de la hoja del café (*Leucoptera coffella* Guerin-Meneville), un insecto plaga que causa la caída prematura de las hojas cuando su ataque es muy severo (Figuroa *et al.* 1996). También la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cke) prospera bajo estas condiciones, sobre todo si se presentan deficiencias nutricionales (Fernández y Muschler 1999; Beer *et al.* 1998), éste es un hongo que se presenta en todas las etapas del cultivo, y puede defoliar completamente las plantas de café y manchar los frutos (UNICAFE 1996; Beer *et al.* 1998). La roya también se presenta en estas condiciones y puede causar serios problemas de defoliación (Beer *et al.* 1998).

Con el fin de reducir las poblaciones de estos organismos dañinos, se hace uso de tratamientos curativos para su control. Estos incluyen el uso de sustancias sintéticas las cuales han tenido éxito en los primeros años de aplicación, pero ha sido necesario hacer aplicaciones mas seguidas en los siguientes años debido a la permanencia constante de las poblaciones de estas plagas. A medida que se han aumentado las aplicaciones se ha observado la presencia de la cochinilla (*Planococcus citri* L.), una plaga que aunque no es común, puede destruir los brotes tiernos y las yemas florales y reducir la cosecha en un 50%. Además, el uso de insecticidas para el control del minador elimina los enemigos naturales de la cochinilla y del minador. Otro problema de plagas en las plantaciones es la antracnosis (*Colletotrichum* spp. N.), un hongo oportunista muy dañino que afecta hojas, frutos y bandolas, este hongo aprovecha las lesiones causadas por el uso de pesticidas y se desarrolla a partir del tejido dañado por la deriva de gotas finas de los herbicidas (Guharay *et al.* 2000). Todo lo antes mencionado demuestra que el uso repetido de pesticidas elimina los agentes de control natural de estas plagas.

Es evidente que el uso de plaguicidas en este sistema tecnificado es necesario para mantener el sistema cafetalero saludable y con una alta productividad, pero este tipo de manejo puede ser peligroso debido a la exposición de los trabajadores del campo con la manipulación directa de los productos tóxicos (Rice *et al.* 1996) y por la contaminación ambiental ya que muchos de estos productos son residuales y pueden permanecer en el ambiente por muchos años.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación del Ensayo

El estudio se realizó en el Centro Experimental "Jardín Botánico" de la Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE) y en el Centro Experimental "Campos Azules" del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), Masatepe, del departamento de Masaya, Nicaragua. Las coordenadas de la zona son 11°54' latitud N y 86°09' longitud O, el clima seco bien marcado, de 5 a 6 meses, con una altura de 470 m.s.n.m y una precipitación anual de 1400 mm. Presenta una temperatura promedio anual de 24°C y una humedad relativa de 70 a 80%.

4.2. Establecimiento del ensayo

El estudio fue realizado en el experimento de sistemas establecido por el CATIE en septiembre del 2000 y junio del 2001 y que tiene como proyección 20 años de duración. Dos réplicas del ensayo, El Níspero y El Mamón, se establecieron en el Centro Experimental "Jardín Botánico", UNICAFE. La otra réplica se estableció en el Centro Experimental "Campos Azules", INTA.

Los cafetos son de la variedad Pacas y se establecieron a una distancia de 2.0 metros entre surco x 1.25 metros entre planta. Los árboles, leguminosas de servicio y maderables y maderables no leguminosas, se sembraron a una distancia de 4 metros entre surco x 3.75 metros entre árbol.

Como sombra temporal se usó Gandul (*Cajanus cajan*) para las parcelas con sombra permanente de leguminosas; Higuera (*Ricinus comunis*) para las parcelas con maderables no leguminosas; y ambas especies para las parcelas con sombra permanente mixta.

4.3. Descripción del ensayo

El ensayo cuenta de tres repeticiones o réplicas, cada una de las cuales tiene un área aproximada de 10,477 m². En cada réplica se establecieron 14 parcelas, correspondientes a los tratamientos, las que tienen un área promedio de 748 m². Cada parcela tiene un promedio de 308 plantas distribuidas en 16 surcos. En cada parcela se delimitó una parcela útil de 258 m², compuesta de 114 plantas distribuidas en 11 surcos, donde se evaluaron las variables en estudio.

4.4. Metodología de muestreo

En la parcela útil de cada tratamiento se observaron mensualmente 15 plantas distribuidas en cinco sitios de tres plantas cada uno (anexo 1). En cada sitio se cuantificó la incidencia de mancha de hierro, roya, antracnosis en hojas y ramas, minador, broca y chasparria en cuatro bandolas o ramillas primarias por planta, distribuidas en la parte media del estrato superior y la parte media del estrato inferior, estas bandolas muestreadas fueron marcadas previamente con cintas de color amarillo y se mantuvieron fijas durante los 12 muestreos realizados, de mayo 2003 a abril 2004. En total por cada repetición se observaron 210 plantas para un total de 630 plantas en todo el ensayo. Para el monitoreo de estas plagas el sistema de muestreo utilizado fue el método de recuento integral de plagas.

4.5. Tratamientos evaluados

Se evaluaron 14 tratamientos: Cafetos con sombra permanente de leguminosas *Inga spp.* (IV) y *Enterolobium cyclocarpum* (EC) así como cafetos con sombra maderable no leguminosa *Simarouba glauca* (SG) y *Tabebuia rosea* (TR) manejados con un uso alto (AC) o intermedio (MC) de insumos químicos sintéticos y uso intermedio (MO) o bajo (BO) de insumos orgánicos; cafetos con sombra permanente mixta de un fijador maderable (EC) y un maderable (TR) así como cafetos con sombra de un fijador de servicio (IV) y un maderable (SG) manejados con un uso intermedio de insumos químicos u orgánicos (MC o MO); y café a pleno sol (PS) manejados con un uso alto o intermedio de insumos químicos (AC o MC) (tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos resultantes de las combinaciones de sombra y nivel de insumo evaluados en el estudio, Masatepe, Masaya 2003-2004.

Pleno sol	Especies de sombra			
	<i>S. glauca</i> <i>T. rosea</i>	<i>T. rosea</i> <i>E. cyclocarpum</i>	<i>S. glauca</i> <i>Inga spp.</i>	<i>Inga spp</i> <i>E. cyclocarpum</i>
AC	AC	MC	MC	AC
MC	MC	MO	MO	MC
	MO			MO
	BO			BO

Inga spp.: especie perennifolia, fijador de Nitrógeno, servicio; ***S. glauca***: especie perennifolia, maderable; ***T. rosea***: especie caducifolia, maderable; ***E. cyclocarpum***: especie caducifolia, fijador de Nitrógeno, maderable.

4.6. Manejo de los sistemas

Uso alto de insumos químicos sintéticos (AC): Para el manejo de enfermedades se realizaron cuatro aplicaciones de fungicidas incluyendo un producto sistémico: una aplicación de Mancozeb como preventivo (816 gramos en 240 litros de agua/mz) y tres aplicaciones de Anvil como curativo (420 cc en 240 litros de agua/mz). La primera aplicación fue calendarizada y las siguientes aplicaciones se realizaron en base a criterios de aplicación cuando los niveles obtenidos en los muestreos fueron de 5% de incidencia.

Para el manejo de las plagas se programaron dos aplicaciones de Cipermetrina para el caso del minador y dos aplicaciones de Endosulfán para el caso de la broca, sin embargo, los niveles de incidencia registrados en los muestreos no alcanzaron el nivel de aplicación, el cual correspondía a 30% de minas frescas para el caso del minador y 2% para la broca. El manejo de la broca también incluía el uso de trampas salvadoreñas, pero esto no fue necesario.

Uso intermedio de insumos sintéticos (MC): Para el manejo de enfermedades se realizaron tres aplicaciones de fungicidas: una aplicación de Mancozeb como preventivo (816 gramos en 240 litros de agua/mz) y dos aplicaciones de Anvil como curativo (420 cc en 240 litros de agua/mz). La primera aplicación fue calendarizada y las siguientes aplicaciones se realizaron en base a criterios de aplicación cuando los niveles obtenidos en los muestreos fueron de 10% de incidencia.

Para el manejo de plagas, se programó una aplicación de Cipermetrina para el minador y una aplicación de Endosulfán para broca, sin embargo, los niveles de incidencia fueron bajos por lo que no se aplicó.

Uso intermedio de insumos orgánicos (MO): Para el manejo de enfermedades se realizaron tres aplicaciones de fungicidas a base de cobre: una aplicación de caldo bordelés como preventivo (12 litros de caldo en 240 litros de agua/mz) y dos aplicaciones de caldo sulfocálcico como curativo (12 litros de caldo en 240 litros de agua/mz). La primera aplicación fue calendarizada y las siguientes aplicaciones se realizaron en base a criterios de aplicación cuando los niveles obtenidos en los muestreos fueron de 10% de incidencia.

Para el manejo de las plagas se programaron aplicaciones de aceite de Nim para minador y aplicaciones de *Beauveria bassiana* para broca, sin embargo, los niveles de incidencia registrados en los muestreos no alcanzaron el nivel de aplicación, el cual correspondía 30% de minas frescas para minador y 2% para broca.

Uso bajo de insumos orgánicos (BO): No se realizaron aplicaciones de ningún tipo en cuanto a manejo de plagas y enfermedades.

En el anexo 2 se presenta el criterio de aplicación y el número de aplicaciones realizadas por fecha, para cada tratamiento en las tres réplicas.

4.7. Manejo de la sombra

El manejo de la sombra permanente se concentró en podas de formación y elevación de árboles, en las cuatro especies introducidas en el experimento. No se utilizó ningún tipo de insumo o enmienda para su establecimiento. El desarrollo del guanacaste fue muy lento (menos de 1.5 metros) por lo que se tomó la decisión de plantar genízaro (*Samanea saman*) como relevo.

4.8. Variables evaluadas

Las variables que se midieron en el campo fueron:

- Número de hojas por bandola.
- Número de nudos productivos.
- Número de frutos por bandola.
- Número de hojas con roya, mancha de hierro y antracnosis.
- Número de hojas con minador.
- Número de frutos brocados.
- Número de frutos chasparriados.
- Antracnosis en bandola.

A partir de dicha información se estimaron las variables utilizadas en el análisis, siendo éstas:

- Incidencia de mancha de hierro.
- Incidencia de roya.

Incidencia de antracnosis.
 Incidencia de minador.
 Incidencia de broca.
 Incidencia de chasparria.
 Severidad de antracnosis (%) por bandola.

La incidencia de plagas y enfermedades se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Incidencia de enfermedades (\%)} = \frac{\text{Total de hojas enfermas por bandola}}{\text{Total de hojas por bandola}} \times 100$$

$$\text{Incidencia de minador (\%)} = \frac{\text{Total de hojas minadas por bandola}}{\text{Total de hojas por bandola}} \times 100$$

$$\text{Incidencia de broca (\%)} = \frac{\text{Total de frutos brocados por bandola}}{\text{Total de frutos por bandola}} \times 100$$

$$\text{Incidencia de chasparria (\%)} = \frac{\text{Total de frutos chasparriados por bandola}}{\text{Total de frutos por bandola}} \times 100$$

La severidad de antracnosis se calculó en cada sitio y parcela, de la siguiente manera:

$$\text{Severidad de antracnosis (\%)} = \frac{\text{Sumatoria de los \% estimados por bandola}}{\text{Total de bandolas observadas}}$$

4.9. Análisis estadísticos

A partir de los datos obtenidos de incidencia de plagas y enfermedades, se realizaron curvas del comportamiento de las principales plagas y enfermedades a través del tiempo.

Para evaluar las enfermedades, se estimó el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad para cada repetición de cada tratamiento, posteriormente a éste parámetro se le realizó un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Tukey. Además, los datos de incidencia de las enfermedades obtenidos en el experimento fueron analizados mediante análisis de varianza de medidas repetidas (parcelas divididas en el tiempo), considerando las fechas como la parcela grande y los tratamientos como la parcela pequeña, posteriormente se hizo separación de medias mediante la prueba de Tukey, tanto para la variable fecha como para la variable tratamiento, cuando éstas resultaron significativas según el ANDEVA.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período Mayo 2003 - Abril 2004, las plagas y enfermedades que se presentaron en el experimento de sistemas fueron: mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cke), roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome), antracnosis (*Colletotrichum* spp. Noack), chasparria (*Cercospora coffeicola* Berk & Cke), minador (*Leucoptera coffella* Guerin-Meneville) y broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari). La incidencia de roya (esporulación) y minador se presentó en los meses de época seca, la incidencia de chasparria en los meses de formación y maduración de frutos, y la incidencia de mancha de hierro y antracnosis se presentó durante todo el año; también se presentó broca, pero en niveles tan bajos que no ameritaron mención en este trabajo. La enfermedad que se presentó con mayor intensidad fue mancha de hierro, seguida por chasparria, roya, antracnosis y minador.

Los resultados que se presentan en este trabajo corresponden a la incidencia de mancha de hierro, roya, antracnosis, chasparria y minador.

5.1. Incidencia de Mancha de Hierro

La mancha de hierro fue la enfermedad que se presentó con mayor incidencia en todos los tratamientos y réplicas. Ésta se presentó todo el año, de mayo 2003 a abril 2004, sin embargo, la mayor incidencia ocurrió en los meses de agosto, septiembre y octubre, tiempo en el que todos los tratamientos evaluados estuvieron por encima del 5% de incidencia, con un mínimo descenso en el mes de noviembre (figura 1).

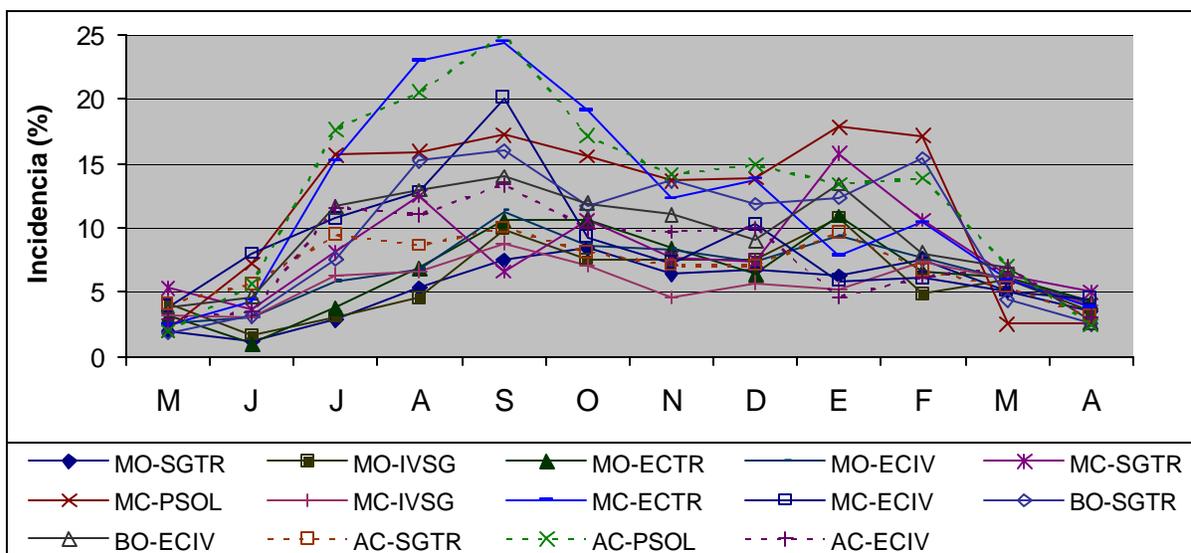


Figura 1. Comportamiento epidemiológico de *Cercospora coffeicola* en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

En el análisis de varianza realizado se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Pr: 0.0001) y entre fechas de muestreo (Pr: 0.0001). Los tratamientos alto convencional (AC) a pleno sol (PSOL), medio convencional (MC) con sombra mixta de *Enterolobium ciclocarpum* y *Tabebuia rosea* (ECTR) y medio convencional (MC) a pleno sol (PSOL) fueron los que presentaron la mayor incidencia. En cambio los tratamientos medio orgánico (MO) con sombra maderable no leguminosa de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* (SGTR), medio convencional (MC) y medio orgánico (MO) con sombra mixta *Inga* spp, *Simarouba glauca* (IVSG) fueron los que presentaron menor incidencia (tabla 2).

Tabla 2. Separación de medias por tratamiento para la incidencia de mancha de hierro mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Tratamiento	Media	Categoría
AC-PSOL	12.791	A
MC-ECTR	11.860	AB
MC-PSOL	11.761	AB
BO-SGTR	9.637	ABC
BO-ECIV	9.164	ABC
MC-ECIV	8.645	ABCD
MC-SGTR	8.275	BCDE
AC-ECIV	7.738	BCDE
AC-SGTR	7.074	CDE
MO-ECIV	6.765	CDE
MO-ECTR	6.553	CDE
MO-IVSG	5.758	DE
MC-IVSG	5.685	DE
MO-SGTR	5.395	E

Los resultados indican que el comportamiento de la enfermedad fue diferente en todos los tratamientos, los cafetos con uso alto o medio de insumos químicos sintéticos sembrados a pleno sol fueron más afectados por esta enfermedad (13% - 12%), mientras la mayoría de los tratamientos bajo sombra mostraron niveles menores, indicando que dichos tratamientos tuvieron algún efecto sobre la enfermedad.

Las parcelas más afectadas se caracterizan porque el café se encuentra a pleno sol o porque la sombra asociada permite mayor entrada de luz lo que comprueba lo mencionado por otros autores que afirman que esta enfermedad se desarrolla mejor en condiciones a pleno sol, y aunque estos tratamientos incluían aplicaciones de insumos químicos éstos no limitaron el desarrollo de la enfermedad. Las parcelas menos afectadas incluyen tres especies de sombra: *Simarouba glauca*, *Tabebuia*

rosea e *Inga* spp., pero son *Inga* spp. y *Simarouba glauca* las que se mantienen y se caracterizan por tener una mayor cobertura del dosel que permite menor penetración de luz al cafetal desfavoreciendo el desarrollo de mancha de hierro que necesita de brillo solar para su desarrollo.

En cuanto a fechas de muestreo, la mayor incidencia de la enfermedad se presentó en los meses de agosto, septiembre y octubre, mientras que la menor incidencia de la enfermedad se presentó en el mes de mayo-junio 2003 y marzo-abril 2004 (tabla 3).

Tabla 3. Separación de medias por fecha para la incidencia de mancha de hierro mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Fecha	Media	Categoría
Septiembre	13.904	A
Agosto	11.600	A
Octubre	11.107	A
Enero	10.234	AB
Diciembre	9.418	AB
Noviembre	9.400	AB
Julio	9.235	AB
Febrero	9.170	AB
Marzo	5.695	BC
Junio	3.984	C
Abril	3.521	C
Mayo	3.108	C

Estos resultados son similares a los presentados por Aguilar *et al.* (2002), quienes en el primer año de establecido el ensayo, obtuvieron la mayor incidencia de mancha de hierro entre los meses de agosto y septiembre debido probablemente a que en este período se presentan mejores condiciones de humedad relativa (superior a 80%) y temperatura (23°C - 25°C) para una mayor esporulación y diseminación del hongo.

Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE)

Al igual que en el análisis de varianza de la incidencia de mancha de hierro, el análisis de varianza realizado para el área debajo de la curva indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Pr: 0.0078). La mayor área debajo de la curva se observó en el tratamiento alto convencional (AC) a pleno sol (PSOL), seguido por los tratamientos medio convencional (MC) con sombra mixta de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* (ECTR) y medio convencional (MC) a

pleno sol (PSOL). En cambio la menor área debajo de la curva se observó en el tratamiento medio orgánico (MO) con sombra maderable no leguminosa de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* (SGTR), medio convencional (MC) y medio orgánico (MO) con sombra mixta de *Inga* spp. y *Simarouba glauca* (IVSG) (figura 2).

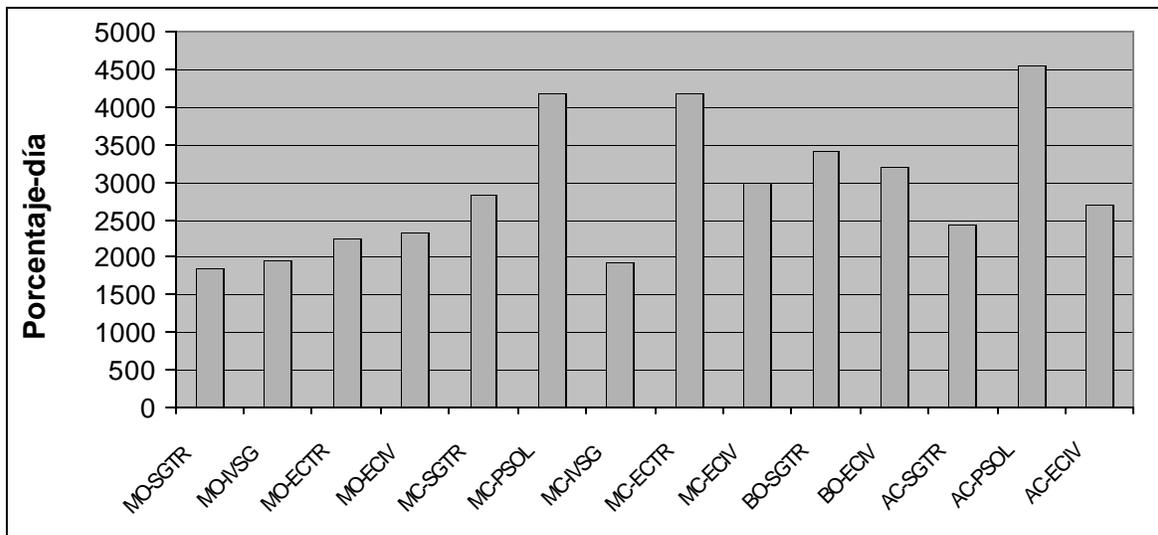


Figura 2. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de *Cercospora coffeicola* en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

Al igual que para la incidencia de la enfermedad, a partir de estos resultados se deduce que los tratamientos MO - SGTR, MC - IVSG y MO - IVSG fueron mas efectivos que los tratamientos AC - PSOL, MC - PSOL y MC - ECTR. Con estos resultados puede concluirse que el desarrollo de la enfermedad podría estar influenciado mayormente por la condición de pleno sol o sombra que quizás por el tipo de insumo ya que si comparamos los tratamientos MC - PSOL y MC - IVSG, nos damos cuenta que es la condición de pleno sol la que propicia un mayor porcentaje-día del área debajo de la curva. El menor porcentaje-día del área debajo de la curva corresponde a los tratamientos MO - SGTR, MC - IVSG y MO - IVSG los cuales se caracterizan por tener niveles intermedios de insumos químicos u orgánicos y el mismo tipo de sombra, *Inga* spp. y *Simarouba glauca*. Ambas especies se caracterizan por conservar sus hojas durante todo el año, las especies del género *Inga* son árboles de sombra de servicio y fijadores de nitrógeno, y las especies del género *Simarouba* son árboles maderables; estas características contribuyen a mejorar las condiciones del cafetal en cuanto a estrés hídrico y nutricional.

5.2. Incidencia de Roya

Esta enfermedad se presentó en los meses de diciembre a abril. La enfermedad alcanzó las mayores incidencias en el mes de febrero, afectando a la mayoría de los tratamientos bajo sombra los cuales estuvieron por encima del 5% de incidencia, luego la enfermedad descendió rápidamente en marzo y abril, coincidiendo con la caída natural de las hojas del café (figura 3).

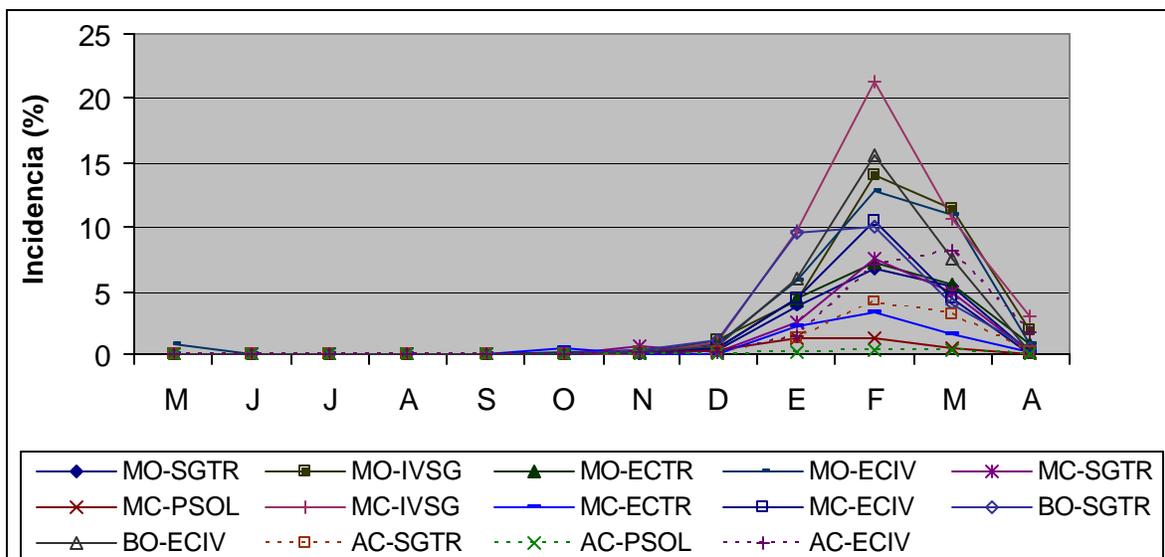


Figura 3. Comportamiento epidemiológico de *Hemileia vastatrix* en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003-abril 2004.

El análisis de varianza realizado indica que hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Pr: 0.0001) y entre fechas de muestreo (Pr: 0.0008). La menor incidencia de la enfermedad se observó en el tratamiento alto convencional (AC) a pleno sol (PSOL), seguido por los tratamientos medio convencional (MC) a pleno sol (PSOL), medio convencional (MC) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* (ECTR) y alto convencional (AC) con sombra de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* (SGTR). En cambio la mayor incidencia se presentó en los tratamientos medio convencional (MC) y medio orgánico (MO) con sombra de *Inga* spp. y *Simarouba glauca* (IVSG), seguido por los tratamientos medio orgánico (MO) y bajo orgánico (BO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* y *Inga* spp. (ECIV) (tabla 4).

Tabla 4. Separación de medias por tratamiento para la incidencia de roya mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Tratamiento	Media	Categoría
MC-IVSG	3.7939	A
MO-IVSG	2.7411	A
MO-ECIV	2.6975	AB
BO-ECIV	2.5045	AB
BO-SGTR	2.1156	AB
MC-ECIV	1.6720	ABC
AC-ECIV	1.5739	ABC
MO-ECTR	1.5589	ABC
MO-SGTR	1.3861	ABC
MC-SGTR	1.3453	ABC
AC-SGTR	0.7464	BCD
MC-ECTR	0.6308	BCD
MC-PSOL	0.2717	CD
AC-PSOL	0.0672	D

Estos resultados indican que el desarrollo de la enfermedad es diferente para cada tratamiento, los cafetos bajo sombra fueron los mas afectados, mientras que los tratamientos a pleno sol presentaron un nivel de incidencia bajo, lo que indica que la enfermedad se desarrolla mejor en ambientes sombreados, debido probablemente a que este ambiente le brinda condiciones favorables para su desarrollo como temperatura (23°C) y oscuridad, factores determinantes en su desarrollo.

En cuanto a fechas de muestreo, la menor incidencia se observó en los meses junio, julio, agosto y septiembre, mientras que la mayor incidencia se observó en los meses enero, febrero y marzo (tabla 5).

Tabla 5. Separación de medias por fecha para la incidencia de roya mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Fecha	Media	Categoría
Febrero	8.718	A
Marzo	5.609	A
Enero	4.083	A
Abril	0.649	B
Diciembre	0.487	B
Noviembre	0.142	B
Mayo	0.060	B
Octubre	0.054	B
Agosto	0.003	B
Septiembre	0.000	B
Julio	0.000	B
Junio	0.000	B

Según estos resultados, la mayor incidencia de la enfermedad se presentó durante la etapa de postcosecha, cuando la planta se encuentra estresada debido a la producción anterior y por el hecho de encontrarse en los meses secos lo que pudo haber agravado la condición de la planta, predisponiéndola al ataque de la enfermedad.

Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE)

Al igual que en el análisis de varianza de la incidencia de roya, el análisis de varianza realizado para el área debajo de la curva indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Pr: 0.0182). La menor área debajo de la curva se presentó en el tratamiento alto convencional (AC) a pleno sol (PSOL), seguido por los tratamientos medio convencional (MC) a pleno sol (PSOL) y medio convencional (MC) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* (ECTR). En cambio la mayor área debajo de la curva se observó en el tratamiento medio convencional (MC) con sombra de *Inga* spp. y *Simarouba glauca* (IVSG), seguido por los tratamientos medio orgánico (MO) con sombra de *Inga* spp. y *Simarouba glauca* (IVSG), medio orgánico (MO) y bajo orgánico (BO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga* spp. (ECIV) (figura 4).

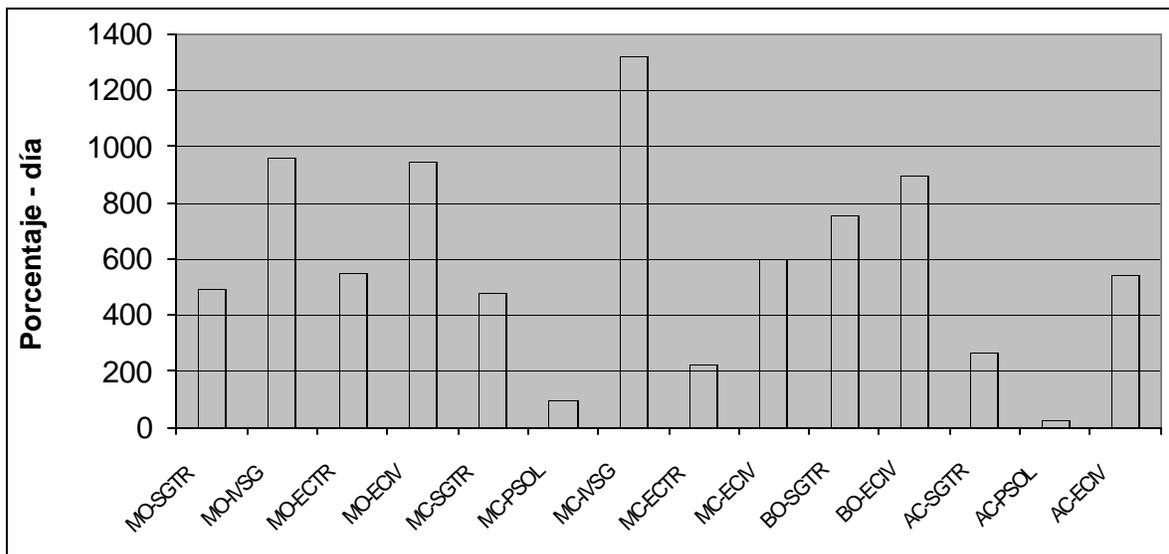


Figura 4. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de *Hemileia vastatrix* en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

Al igual que para la incidencia de la enfermedad, a partir de estos resultados se deduce que los tratamientos AC - PSOL y MC - PSOL fueron mas efectivos que los tratamientos MC - IVSG, MO - IVSG, MO - ECIV y BO - ECIV. Al igual que con mancha de hierro, con estos resultados se puede concluir que el desarrollo de la enfermedad podría estar influenciado mayormente por la condición de pleno sol o sombra que quizás por el tipo de insumo ya que si comparamos los tratamientos MC - PSOL y MC - IVSG, nos damos cuenta que es la condición de sombra la que propicia un mayor porcentaje-día del área debajo de la curva, además los tratamientos con mayor porcentaje-día del área debajo de la curva incluyen como árbol de sombra a *Inga* spp. que se caracteriza por tener una sombra densa y revestimiento rápido lo que pudo influir en el desarrollo de la enfermedad.

5.3. Incidencia de Antracnosis

La antracnosis al igual que la mancha de hierro estuvo presente todo el año aunque su intensidad nunca alcanzó el nivel crítico establecido para los cuatro niveles y tipos de insumos. En los primeros meses la enfermedad se mantuvo por debajo del 3% de incidencia, sin embargo, a partir de octubre la incidencia de la enfermedad aumentó, alcanzando sus mayores porcentajes entre los meses de noviembre y diciembre (figura 5).

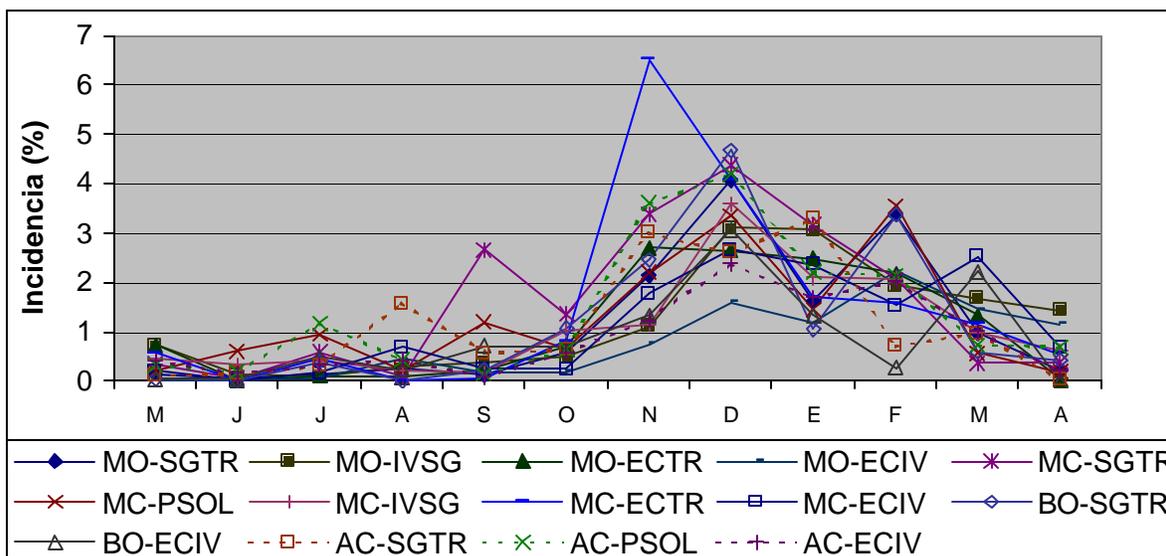


Figura 5. Comportamiento epidemiológico de *Colletotrichum* spp. en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

El análisis de varianza realizado indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos pero sí entre fechas de muestreo (Pr: 0.0001). Los meses en que se

observó la menor incidencia de la enfermedad fueron mayo, junio, julio y agosto. En cambio la mayor incidencia se observó entre noviembre y diciembre (tabla 6).

Tabla 6. Separación de medias por fecha para la incidencia de antracnosis mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Fecha	Media	Categoría
Diciembre	3.3152	A
Noviembre	2.3869	AB
Febrero	2.0760	AB
Enero	2.0533	ABC
Marzo	1.1862	BCD
Octubre	0.6971	CDE
Septiembre	0.4998	DE
Abril	0.4741	DE
Julio	0.4048	DE
Agosto	0.3588	DE
Mayo	0.3117	DE
Junio	0.1271	E

El período en que se observó menor incidencia de la enfermedad corresponde a los meses de primeras lluvias, también fue la etapa en la que se realizaron actividades de manejo como aplicaciones foliares de nutrientes y manejo de enfermedades en algunos de los tratamientos, lo que pudo afectar el desarrollo de la enfermedad. La mayor incidencia de la enfermedad se observó a partir de noviembre, debido quizás a que la enfermedad fue favorecida por las lluvias que cayeron en octubre (240 mm).

Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE)

Al igual que en el análisis de varianza de la incidencia de antracnosis, el análisis de varianza del área debajo de la curva indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos lo que supone que los tratamientos no tuvieron ningún efecto sobre la enfermedad, sin embargo, los tratamientos bajo orgánico (BO), medio orgánico (MO) y alto convencional (AC) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga* spp. (ECIV) fueron los que presentaron el menor porcentaje-día del área debajo de la curva (figura 6).

Es posible que las especies del género *Inga*, como árboles de sombra en los cafetales, tengan algún efecto sobre el desarrollo de la enfermedad. En cuanto al tipo de insumo, el MO fue el más efectivo en comparación con el AC y BO quienes se comportaron de forma similar.

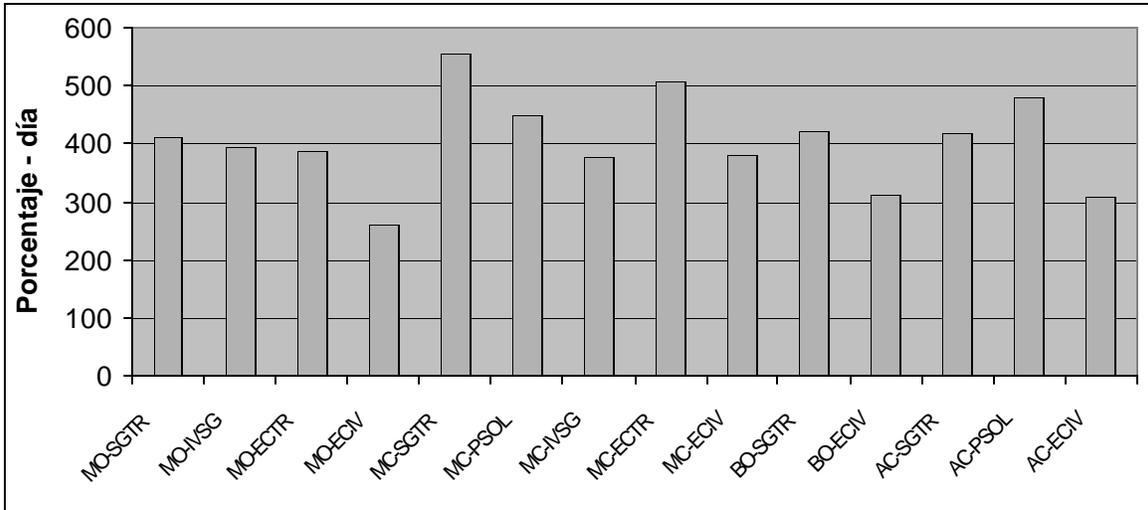


Figura 6. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de *Colletotrichum* spp. en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

Severidad de Antracnosis

En general, la severidad de antracnosis fue baja en todos los tratamientos ya que nunca sobrepaso el nivel crítico establecido (5% en bandola). La enfermedad estuvo presente todo el año y su comportamiento fue muy variable (figura 7).

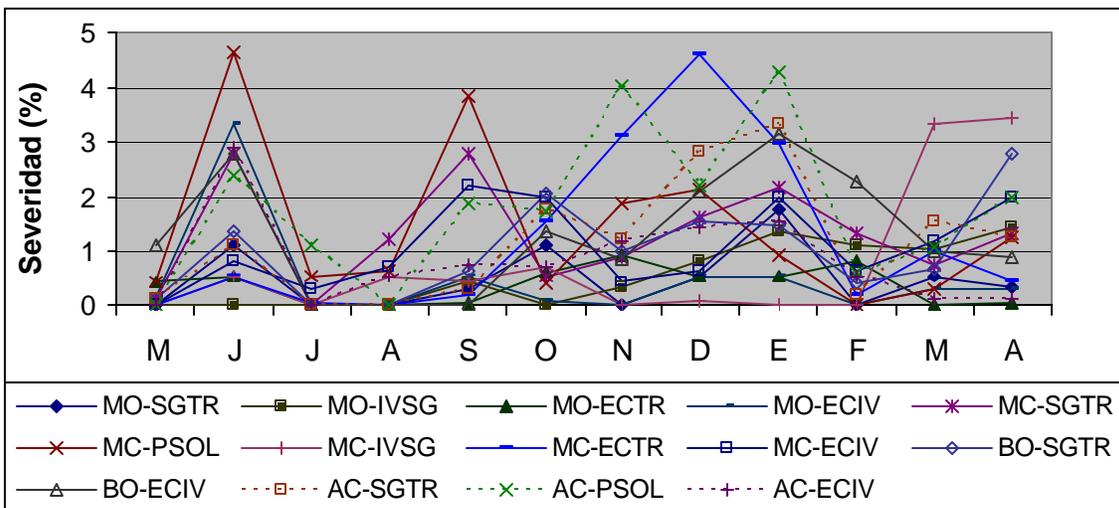


Figura 7. Comportamiento epidemiológico de *Colletotrichum* spp. en bandola en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

El análisis de varianza realizado indica que hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Pr: 0.0001) y entre las fechas de muestreo (Pr: 0.0042). Los

porcentajes más bajos se observaron en los tratamientos medio orgánico (MO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* (ECTR), seguido por los tratamientos medio orgánico (MO) con sombra de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* (SGTR), medio orgánico (MO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga* spp. (ECIV) y medio orgánico (MO) con sombra de *Inga* spp. y *Simarouba glauca* (IVSG). En cambio los porcentajes más altos se observaron en los tratamientos alto convencional (AC) a pleno sol (PSOL), seguido por los tratamientos medio convencional (MC) a pleno sol (PSOL) y medio convencional (MC) con sombra de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* (SGTR) (tabla 7).

Tabla 7. Separación de medias por tratamiento para la severidad de antracnosis en bandola mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Tratamiento	Media	Categoría
AC-PSOL	1.7794	A
MC-PSOL	1.4189	AB
MC-SGTR	1.3008	AB
BO-ECIV	1.3006	AB
MC-ECTR	1.2219	AB
AC-SGTR	1.1403	AB
MC-ECIV	1.0856	AB
BO-SGTR	1.0114	AB
AC-ECIV	0.8286	B
MC-IVSG	0.7595	B
MO-IVSG	0.5700	B
MO-ECIV	0.4792	B
MO-SGTR	0.4608	B
MO-ECTR	0.3795	B

Estos resultados indican que el comportamiento de la enfermedad fue diferente en todos los tratamientos, los cafetos con niveles intermedios de insumos orgánicos sembrados bajo sombra ECTR, SGTR, ECIV y IVSG fueron menos afectados por esta enfermedad, es posible que dichos tratamientos tuvieron algún efecto sobre el desarrollo de la enfermedad.

Los tratamientos más afectados se caracterizan por tener aplicaciones altas o medias de insumos químicos sintéticos y por estar a pleno sol, además dichos tratamientos fueron los más afectados por mancha de hierro. Todas estas circunstancias pudieron haber favorecido el desarrollo de la enfermedad por el hecho de ser un patógeno oportunista.

En cuanto a fechas de muestreo, los porcentajes más bajos se observaron en el mes de mayo, seguido por julio y agosto, mientras que los porcentajes más altos se observaron en el mes de junio, seguido por diciembre y enero (tabla 8).

Tabla 8. Separación de medias por fecha para la severidad de antracnosis en bandola mediante la prueba de Tukey (Pr: 0.0042).

Fecha	Media	Categoría
Enero	1.8707	A
Junio	1.7817	AB
Diciembre	1.5538	AB
Abril	1.2595	AB
Noviembre	1.1424	AB
Octubre	1.0514	AB
Septiembre	1.0295	AB
Marzo	0.9226	AB
Febrero	0.5798	AB
Agosto	0.2662	B
Mayo	0.1738	B
Julio	0.1426	B

Según estos resultados el desarrollo de la enfermedad fue muy variable en el tiempo. Los bajos porcentajes de la enfermedad durante mayo, julio y agosto coincidieron con las podas sanitarias realizadas en las parcelas donde había mayor porcentaje. En cambio en los meses con altos porcentajes, el desarrollo de la enfermedad pudo estar relacionado con una mayor cantidad de lluvia en los meses anteriores.

Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE)

A diferencia del análisis de varianza realizado a la severidad de antracnosis, el análisis de varianza del área debajo de la curva indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, los tratamientos medio orgánico (MO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* (ECTR), medio orgánico (MO) con sombra de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* (SGTR), medio orgánico (MO) con sombra de *Inga spp.* y *Simarouba glauca* (IVSG), medio orgánico (MO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga spp.* (ECIV) y medio convencional (MC) con sombra de *Inga spp.* y *Simarouba glauca* (IVSG) tuvieron el menor porcentaje-día del área debajo de la curva. Es posible que estos tratamientos tuvieran algún efecto sobre el desarrollo de la enfermedad (figura 8).

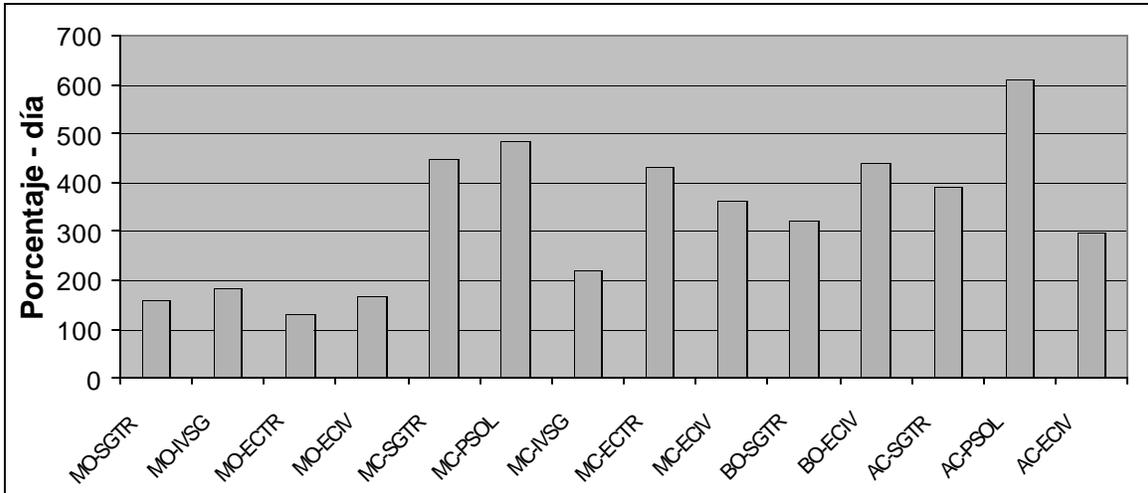


Figura 8. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de *Colletotrichum* spp. en bandola en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

5.4. Incidencia de Chasparria

Ésta enfermedad afectó a la mayoría de los tratamientos, y por su característica de afectar el fruto se presentó en los meses de formación y maduración de los mismos (figura 9).

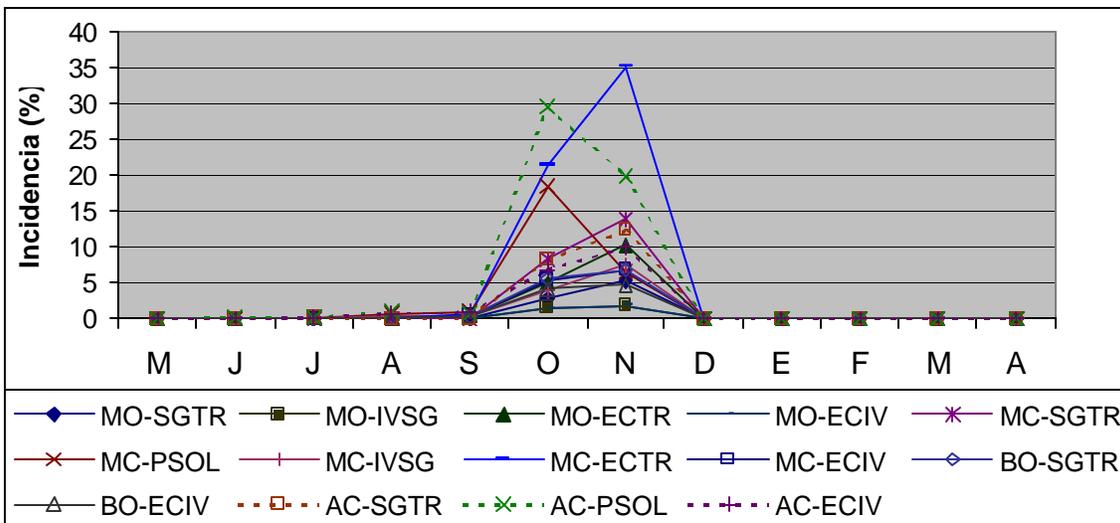


Figura 9. Comportamiento epidemiológico de *Cercospora coffeicola* en frutos en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

El análisis de varianza realizado indica que hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Pr: 0.0001) y entre las fechas de muestreos (Pr: 0.0001). El tratamiento medio convencional (MC) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia*

rosea (ECTR) presentó la mayor incidencia de la enfermedad, seguido por los tratamientos alto convencional (AC) y medio convencional (MC) a pleno sol (PSOL). En cambio los tratamientos medio orgánico (MO) con sombra de *Inga* spp. y *Simarouba glauca* (IVSG) y medio orgánico (MO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga* spp. (ECIV) fueron los que presentaron la menor incidencia, seguido por los tratamientos medio orgánico (MO) con sombra de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* (SGTR) y bajo orgánico (BO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga* spp. (ECIV) (tabla 9).

Tabla 9. Separación de medias por tratamiento para la severidad de antracnosis en bandola mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Tratamiento	Media	Categoría
MC-ECTR	4.765	A
AC-PSOL	4.241	AB
MC-PSOL	2.206	ABC
MC-SGTR	1.842	ABC
AC-SGTR	1.703	ABC
AC-ECIV	1.518	ABC
MO-ECTR	1.309	ABC
MC-ECIV	1.043	ABC
BO-SGTR	1.039	BC
MC-IVSG	0.996	BC
BO-ECIV	0.760	C
MO-SGTR	0.659	C
MO-IVSG	0.264	C
MO-ECIV	0.263	C

Según estos resultados, los tratamientos MO-IVSG, MO-ECIV, MO-SGTR y BO-ECIV presentaron niveles bajos de incidencia lo que indica que dichos tratamientos tuvieron algún efecto sobre el desarrollo de la enfermedad, debido probablemente, a que el ambiente sombreado del cafetal más el tipo de insumo utilizado pudo afectar dicho desarrollo.

Las parcelas más afectadas se caracterizan porque los cafetos se encuentran sembrados a plena exposición solar o porque el nivel de sombra es bajo lo que permite una mayor entrada de luz, estas condiciones favorecieron el desarrollo de la enfermedad ya que ésta prospera cuando entra mayor cantidad de luz en el cafetal.

En cuanto a fechas de muestreos, la mayor incidencia de la enfermedad se observó entre octubre y noviembre (tabla 10).

Tabla 10. Separación de medias por fecha para la severidad de antracnosis en bandola mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Fecha	Media	Categoría
Noviembre	10.110	A
Octubre	8.679	A
Septiembre	0.331	B
Agosto	0.210	B
Julio	0.043	B
Junio	0.006	B
Mayo	0.000	B
Diciembre	0.000	B
Enero	0.000	B
Febrero	0.000	B
Marzo	0.000	B
Abril	0.000	B

Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE)

Al igual que en el análisis de varianza de la incidencia de chasparria, el análisis de varianza realizado al área debajo de la curva indica que hubo diferencias significativas para los tratamientos (Pr: 0.0565). Los tratamientos con la menor área debajo de la curva fueron medio orgánico (MO) con sombra de *Inga spp.* y *Simarouba glauca* (IVSG), medio orgánico (MO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga spp.* (ECIV), medio orgánico (MO) con sombra de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* (SGTR) y bajo orgánico (BO) con sombra de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga spp.* (ECIV). Los tratamientos con la mayor área debajo de la curva fueron medio convencional (MC) con sombra *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* (ECTR) y alto convencional (AC) a pleno sol (PSOL) (figura 10).

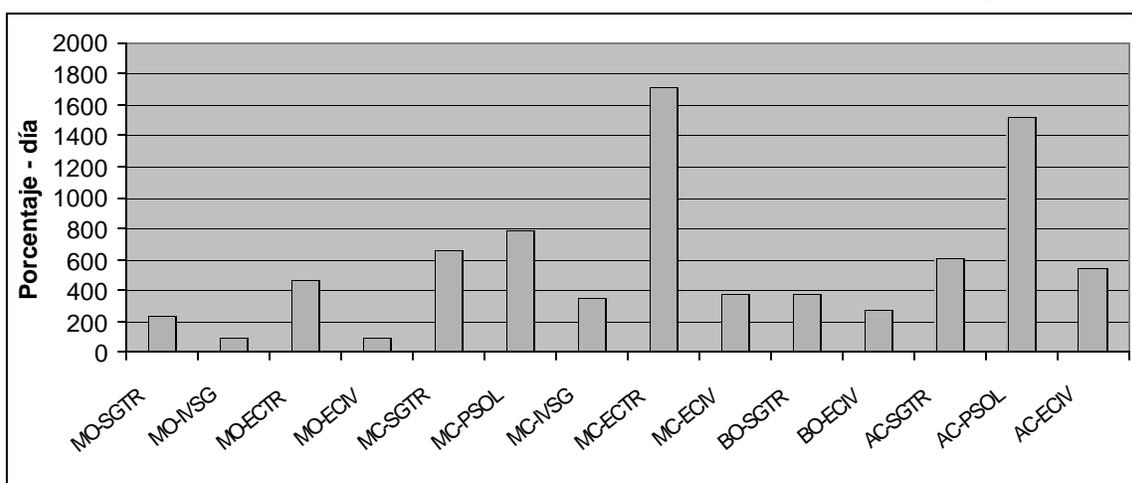


Figura 10. Área debajo de la curva de progreso (ADCPE) de *Cercospora coffeicola* en fruto en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

Estos resultados son similares a los de incidencia de chasparria, indicando una vez más que los tratamientos MO-IVSG, MO-ECIV, MO-SGTR y BO-ECIV fueron más efectivos para ésta enfermedad al presentar el menor porcentaje-día del área debajo de la curva. Entre los tratamientos más efectivos es importante mencionar el comportamiento del BO - ECIV que presentó una de las menores áreas debajo de la curva, atribuyéndose dicho efecto más a la sombra que quizás al insumo.

5.5. Incidencia de Minador

Este insecto por su característica de ser una plaga de época seca se presentó de enero a mayo, pero las mayores incidencias se presentaron en marzo y abril. Su incidencia no alcanzó el nivel crítico (30%) de aplicación (figura 11).

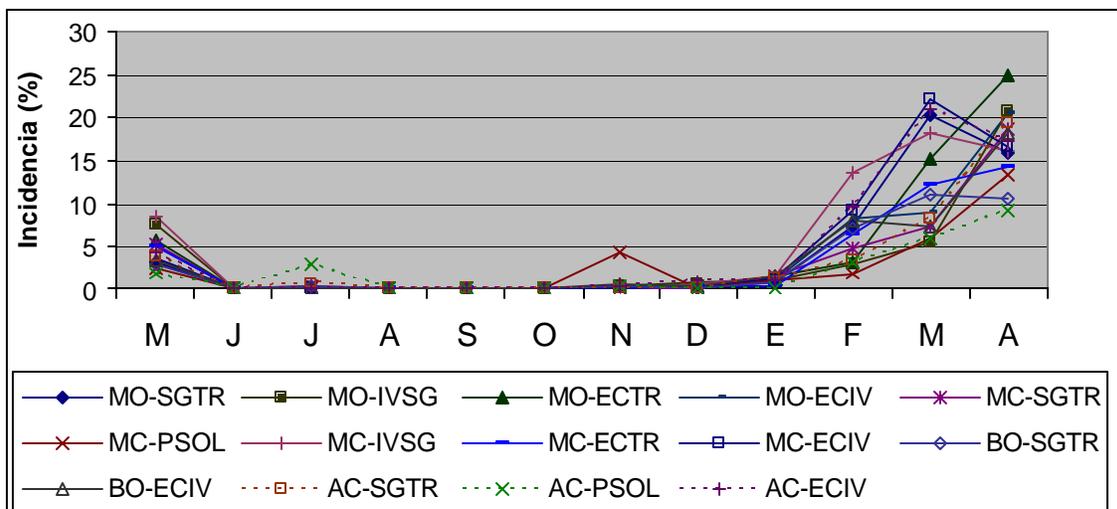


Figura 11. Comportamiento epidemiológico de *Leucoptera coffella* en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

En el análisis de varianza realizado no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos pero sí entre las fechas de muestreo (Pr: 0.0001). Las mayores incidencias se presentaron en marzo y abril, en cambio las menores incidencias se observaron en agosto, septiembre y octubre (tabla 11).

Tabla 11. Separación de medias por fecha para la Incidencia de minador del café, mediante la prueba de Tukey (Pr: <.0001).

Fecha	Media	Categoría
Abril	16.832	A
Marzo	12.109	AB
Febrero	6.419	ABC
Mayo	4.496	ABC
Enero	1.052	BC
Noviembre	0.454	C
Julio	0.302	C
Diciembre	0.217	C
Junio	0.011	C
Octubre	0.000	C
Septiembre	0.000	C
Agosto	0.000	C

Según estos resultados la incidencia de minador aumentó entre marzo y abril coincidiendo con la etapa de revestimiento del café lo que pudo haber influido sobre dicho aumento debido a la condición en que se encuentran las hojas, además éstos meses son secos, se registran temperaturas altas (25°C) y humedad relativa inferior a 80% lo que propicia un ambiente caluroso y seco ideal para el aumento de las poblaciones del minador.

VI. CONCLUSIONES

En los tratamientos MO bajo sombra y MC - IVSG, se observaron los niveles más bajos de mancha de hierro, antracnosis en bandola y chasparria

Los tratamientos AC y MC a pleno sol y MC - ECTR fueron más afectados por mancha de hierro, antracnosis en bandola y chasparria. En cambio los AC bajo sombra fueron menos afectados.

En condiciones de sombra, los tratamientos MO fueron menos afectados por mancha de hierro, antracnosis en bandola y chasparria que los MC.

Los tratamientos AC y MC a pleno sol y MC - ECTR mostraron los niveles más bajos de roya. Bajo sombra los tratamientos MC, MO y BO resultaron más afectados.

No se observó efecto de los tratamientos sobre la incidencia de minador.

VII. RECOMENDACIONES

Establecer plantaciones de café con árboles de sombra *Inga* spp.

Utilizar insumos orgánicos o químicos a niveles intermedios en plantaciones de café con árboles de sombra *Inga* spp.

Realizar observaciones de campo (muestreos) de forma organizada tanto al cafetal como a los árboles de sombra.

Manejar la sombra de forma tal que la cobertura del dosel permita que el café crezca y produzca mejor y que la suma total del impacto de las plagas sea mínimo.

Tomar decisiones de manejo de los problemas fitosanitarios según la época en que se presentan.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, A.; MENDOZA, R.; HAGGAR, J.; STAVAR, CH. 2002. Identificación de eficiencias ecológicas en café agroforestal manejados con insumos químicos sintéticos u orgánicos en el pacífico de Nicaragua. Informe técnico: CATIE. Managua, Nicaragua. 10p.
2. AREVALO, C.; PORRAS, F. 1996. Comportamiento epidemiológico de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome) bajo diferentes alternativas de manejo. Tesis: Ing. Agr., UNA. Managua, Nicaragua. 55p.
3. BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry systems*. 38: 139 - 164.
4. BLANCO NAVARRO, M. 1983. Cultivos Industriales: Café; Caña de azúcar; Tabaco; Cacao. Managua, Nicaragua. 256p.
5. BLANDÓN, J.; RUIZ, D. 2003. Estudio del comportamiento de plagas y enfermedades en el cultivo de café, mediante el uso de recuento integral Masatepe, Masaya. Tesis: Ing. Agr., UNA. Managua, Nicaragua. 41p.
6. BORNEMISZA, E.; COLLINET, J.; SEGURA, A. 1999. Los suelos cafeteros de América Central y su fertilización. Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA: PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José, Costa Rica. P: 97 - 137.
7. CANTARERO, V. 2001. La sombra en el café. Guía técnica Mascafé. Jintega, Nicaragua. 24p.
8. CANTARERO, V. 2001. Regulación de sombra. Guía técnica Mascafé. Jintega, Nicaragua. 22p.
9. CASTELLÓN, E.; PÉREZ, M. 1993. Estudio epidemiológico de la antracnosis del café en la VI región de Nicaragua. Tesis: Ing. Agr., UNA. Managua, Nicaragua. 48p.

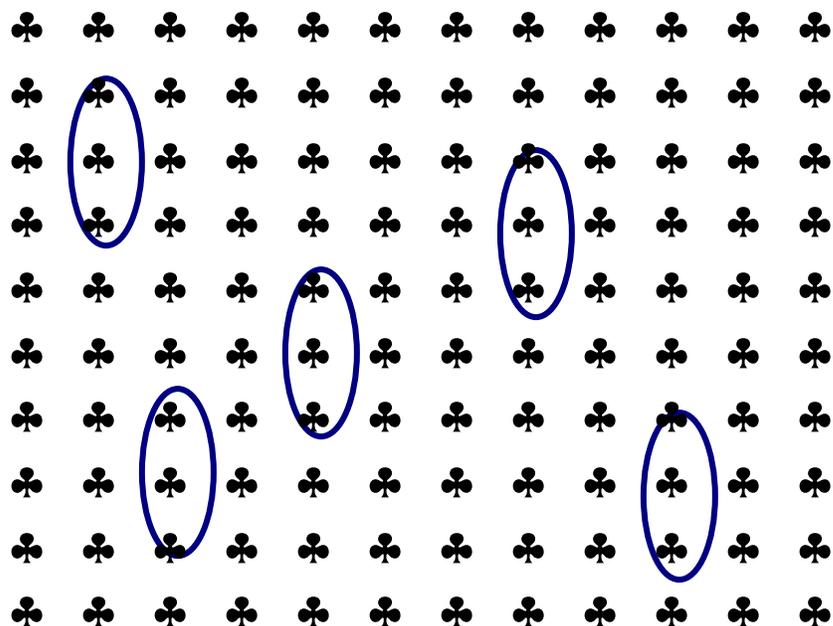
10. DE LA LLANA, A. 2000. Comportamiento de las plagas de café y la fauna benéfica en dos sistemas de manejo durante la época seca de 1998. Tesis: Mag. Sci., UNAN. León, Nicaragua. 70p.
11. DUFOUR, B.; BARRERA, J.; DECAZY, B. 1999. La broca de los frutos del cafeto: ¿La lucha biológica como solución?. Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA: PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José, Costa Rica. P: 293 - 325.
12. FÉLIZ, D. 2003. Incidencia de la broca (*Hypothenemus hampei* Ferr. 1867) y sus controladores naturales en plantas de café bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua. Tesis: Msc., CATIE. Turrialba, Costa Rica. Resumen: 2p.
13. FERNÁNDEZ, C. E.; MUSCHLER, R. G. 1999. Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA: PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José, Costa Rica. P: 69 - 96.
14. FIGUEROA, R.; FISCHERSWORNING, B.; ROSSKAMP, R. 1996. Guía para la caficultura ecológica del café orgánico. Lima, Perú. 171p.
15. FLOREZ, M.; De León, A. S.; Del Cid, J. R. 1979. Evaluación de fungicidas en el control de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cke) en almácigos de café. II Simposio latinoamericano sobre caficultura. Xalapa, Mexico. P: 72-76.
16. FLOREZ, E. Fluctuaciones de la población del minador de las hojas del cafeto *Leucoptera coffeella* (Guer. - Men. 1842)(*Lepidoptera: Lyonetiidae*) y de sus enemigos naturales en el valle del cauca. Cali, Colombia. P 169 - 190.
17. GONZALEZ GARCIA, R. 1989. La broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei* Ferr): biología, hábito y control. 25p.
18. GUHARAY, F. 2001. Manejo de la broca en los cafetales. Serie de cuadernos de campo: CATIE. Managua, Nicaragua. 27p.
19. GUHARAY, F.; MONTERROSO D.; STAVER CH. 2001. El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América Central. Revista Agroforestería en las Américas. 8 (29): 22 - 29.

20. GUHARAY, F.; MONTERREY, J.; MONTERROSO, D.; STAVAR, CH. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. CATIE: 1ra. ed. Managua, Nicaragua. 272p.
21. GUTIERREZ, Y.; BARRIOS, M.; MORAGA, P.; MONZON, A. 2003. Antracnosis, seria amenaza. Boletín informativo # 2: Grupo Café Nicaragua. Managua, Nicaragua. 13p.
22. IHCAFE. 1990. Manual de plagas y enfermedades del café. Honduras, C. A. 61p.
23. IICA. 2003 Estudio de la cadena de comercialización del café. Managua, Nicaragua. 169p.
24. INRA. 1980. Libro práctico para cultivar café. Managua, Nicaragua. 230p.
25. ISIC. 1977. Manual técnico del cultivo de café en El Salvador. San Salvador, El Salvador. 200p.
26. LE PELLEY. 1968. Pests of coffee. Tropical science series. London, Germany.
27. MAGFOR. 2004. Informe preliminar de la producción cafetalera en el ciclo 2003 - 2004. Managua, Nicaragua. 180p.
28. MENDOZA, R. 2002. Manejo de las enfermedades en los cafetales. Serie de cuadernos de campo: CATIE. Managua, Nicaragua. 21p.
29. MENDOZA, R. 2002. Efecto del componente arbóreo y diferentes niveles de insumos sobre la dinámica de las principales plagas del café. Memoria Sexto Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas (MIP). P64.
30. MIDINRA. 1998. Guía fitosanitaria para el cultivo del café con énfasis en la Broca del fruto (*Hypothenemus ampei* Ferr). Managua, Nicaragua. 36p.
31. MONTERREY, J. 2002. Manejo de las plagas de época seca en los cafetales. Serie de cuadernos de campo: CATIE. Managua, Nicaragua. 23p.
32. MONTERREY, J.; SUAREZ, D.; GONZALEZ, M. 2001. Comportamiento de insectos en sistemas agroforestales con café en el pacífico sur de Nicaragua. Revista Agroforestería en las Américas. 8 (29): 15 - 21.

33. MONZÓN, V. 2002. Evaluación de opciones de manejo de la antracosis (*Colletotrichum* spp. Noack) en el cultivo del café (*Coffea arabica* L.) en la zona de Boaco, Nicaragua 2001 - 2002. Tesis: Ing. Agr., UNA. Managua, Nicaragua. 35p.
34. RICE, R. A.; WARD, J. R. 1996. El café, la conservación ambiental y el comercio en el hemisferio occidental. Centro de aves migratorias Smith Sonian hstitution y Consejo para la defensa de los recursos naturales. Washington, D. C. 51p.
35. SALINAS, I. 1991. Zonificación agroecológica para el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Nicaragua. Tesis (Msc). Turrialba, Costa Rica. 90p.
36. SANCHEZ, R. 1976. El cultivo de café en Nicaragua. Seminario sobre técnicas de producción. BNC. Managua. Nicaragua. P 82 - 92.
37. SEQUEIRA DELGADO, A.; HIDALGO SALVATIERRA, O. 1979. Control del minador de la hoja del cafeto (*Leucoptera coffeella* Guer). Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 18p.
38. SOMARRIBA, G. 1992. Epidemiología de la mancha de hierro del café (*Cercospora coffeicola* Berk & Cke) en las regiones norte y pacífico de Nicaragua. Tesis: Ing. Agr., UNA. Managua, Nicaragua. 79p.
39. SOTO - PINTO, L.; PERFECTO, I.; CABALLERO - NIETO, J. 2002. Shade over coffee: its effects on berry borer, leaf rust and spontaneous herbs in Chiapas, Mexico. Agroforestry systems. 55: 37 - 45.
40. UNICAFE. 1996. Manual de caficultura de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 242p.
41. VAAST, P. 1999. El mejoramiento de los sistemas agroforestales con café en Centroamérica. Revista Agroforesteía en las Américas. 6 (23): 76.
42. WANG, A.; AVELINO, J. 1999. El ojo de gallo del cafeto (*Mycena citricolor*). Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA: PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José, Costa Rica. P: 243 - 260.
43. WRIGLEY, G. 1988. Coffee. Tropical Agriculture series. New York, USA. 639P.

XIX. ANEXOS

Anexo 1. Distribución al azar de los sitios para el muestreo de las principales plagas del café



Anexo 2. Manejo de plagas y enfermedades por replica

RÉPLICA I (NÍSPERO)					
Tratamiento		1ra. Aplic.	2da. Aplic.	3ra. Aplic.	4ta. Aplic.
AC	ECIV	Junio	Julio (6.3%)	Septiembre (7.6%)	Noviembre (8.3%)
AC	SGTR	Junio	Julio (6.7%)	Septiembre (10.8%)	Octubre (9.9%)
MC	ECIV	Junio	Octubre (17.5%)	No	No
MC	SGTR	Junio	Septiembre (11.2%)	Octubre (10.1%)	No
MC	IVSG	Junio	No	No	No
MC	ECTR	Junio	Julio (29%)	Septiembre (24.7%)	No
MO	ECIV	Junio	Octubre (10%)	No	No
MO	SGTR	Junio	No	No	No
MO	IVSG	Junio	No	No	No
MO	ECTR	Junio	Noviembre (10.9%)	No	No
BO	ECIV	SIN APLICACIÓN			
BO	SGTR	SIN APLICACIÓN			
AC	PSOL	Junio	Julio (17.5%)	Septiembre (19.6%)	Noviembre (10%)
MC	PSOL	Junio	Julio (10.2%)	Octubre (17.4%)	No

RÉPLICA II (MAMÓN)					
Tratamiento		1ra. Aplic.	2da. Aplic.	3ra. Aplic.	4ta. Aplic.
AC	ECIV	Junio	Julio (9.6%)	Septiembre (11.7%)	Octubre (12.8%)
AC	SGTR	Junio	Noviembre (6.8%)	No	No
MC	ECIV	Junio	Septiembre (16.8%)	Octubre (22.8%)	No
MC	SGTR	Junio	No	No	No
MC	IVSG	Junio	No	No	No
MC	ECTR	Junio	Septiembre (21.8%)	No	No
MO	ECIV	Junio	Octubre (14.4%)	No	No
MO	SGTR	Junio	Septiembre (9.9%)	Octubre (10.2%)	No
MO	IVSG	Junio	No	No	No
MO	ECTR	Junio	Octubre (13.8%)	Noviembre (12.7%)	No
BO	ECIV	SIN APLICACIÓN			
BO	SGTR	SIN APLICACIÓN			
AC	PSOL	Junio	Julio (8.2%)	Septiembre (9.4%)	Octubre (13.8%)
MC	PSOL	Junio	Julio (17.6%)	Septiembre (13%)	No

RÉPLICA III (CECA)					
Tratamiento		1ra. Aplic.	2da. Aplic.	3ra. Aplic.	4ta. Aplic.
AC	ECIV	Junio	Julio (6.5%)	Septiembre (11.1%)	Noviembre (15.3%)
AC	SGTR	Junio	Julio (8.3%)	Septiembre (6.8%)	Octubre (10.9%)
MC	ECIV	Junio	Julio (14.6%)	Septiembre (12.2%)	No
MC	SGTR	Junio	Julio (18.9%)	Noviembre (15.7%)	No
MC	IVSG	Junio	No	No	No
MC	ECTR	Junio	Julio (10.4%)	No	No
MO	ECIV	Junio	Octubre (15.8%)	No	No
MO	SGTR	Junio	Noviembre (10%)	No	No
MO	IVSG	Junio	Noviembre (11.3%)	No	No
MO	ECTR	Junio	No	No	No
BO	ECIV	SIN APLICACIÓN			
BO	SGTR	SIN APLICACIÓN			
AC	PSOL	Junio	Julio (13%)	Septiembre (22.4%)	Octubre (38.4%)
MC	PSOL	Junio	Julio (10.5%)	Septiembre (12.8%)	No

Anexo 3. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en café bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO u BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Fecha	11	3.81474817	0.34679529	13.6	<.0001
Réplica	2	0.24841448	0.12420724	34.7	<.0001
Error a	22	0.56116537	0.02550752	7.13	<.0001
Tratamiento	13	0.33143801	0.02549523	7.12	<.0001
Tratamiento * Fecha	143	0.77394895	0.00541223	1.51	0.0015
Error b	312	1.11673743	0.00357929		
Total	503	6.846452			
R ² : 0.84; CV: 95.39					

Anexo 4. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de roya (*Hemileia vastatrix*) en café bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO u BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Fecha	11	2.09678264	0.19061660	14.29	<.0001
Réplica	2	0.06464372	0.03232186	5.22	0.0059
Error a	22	0.29354502	0.01334296	2.15	0.0023
Tratamiento	13	0.72799217	0.05599940	9.04	<.0001
Tratamiento * Fecha	143	1.00172456	0.00700507	1.13	0.1886
Error b	312	1.93291460	0.00619524		
Total	503	6.11760270			
R ² : 0.68; CV: 28.64					

Anexo 5. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de antracnosis (*Colletotricum* spp.) en café bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO u BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Fecha	11	1.25632947	0.11421177	18.44	<.0001
Réplica	2	0.05002068	0.02501034	10.33	<.0001
Error a	22	0.13627979	0.00619454	2.56	0.0002
Tratamiento	13	0.04764743	0.00366519	1.51	0.1109
Tratamiento * Fecha	143	0.37158437	0.00259849	1.07	0.3045
Error b	312	0.75568252	0.00242206		
Total	503	2.61754426			
R ² : 0.71; CV: 61.00					

Anexo 6. Análisis de varianza de medidas repetidas para la severidad de antracnosis (*Colletotricum* spp.) en café bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO u BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Fecha	11	0.48206000	0.04382364	3.72	0.0042
Réplica	2	0.12240933	0.06120467	13.15	<.0001
Error a	22	0.25904430	0.01177474	2.53	0.0002
Tratamiento	13	0.24272692	0.01867130	4.01	<.0001
Tratamiento * Fecha	143	0.60876558	0.00425710	0.91	0.7272
Error b	312	1.45248594	0.00465540		
Total	503	3.16749207			
R ² : 0.54; CV: 112.81					

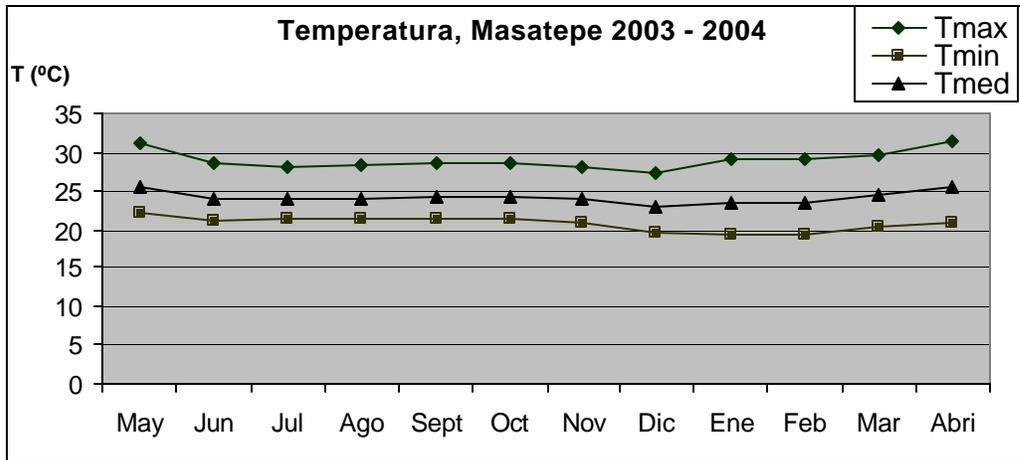
Anexo 7. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de minador (*Leucoptera coffeella*) en café bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO u BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Fecha	11	8.99803996	0.81800363	8.30	<.0001
Réplica	2	0.05140654	0.02570327	6.02	0.0027
Error a	22	2.16708212	0.09850373	23.07	<.0001
Tratamiento	13	0.09048227	0.00696017	1.63	0.0757
Tratamiento * Fecha	143	0.69473699	0.00485830	1.14	0.1766
Error b	312	1.33205912	0.00426942		
Total	503	13.33380700			
R ² : 0.90; CV: 62.02					

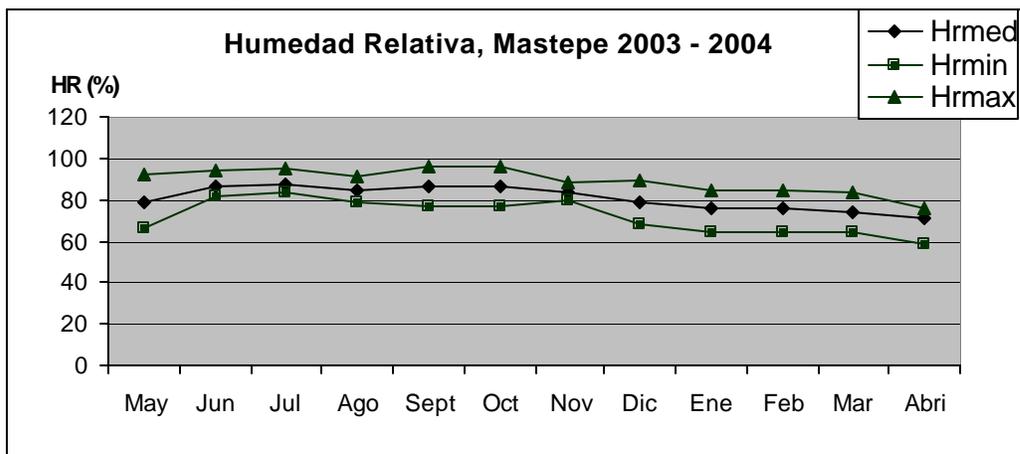
Anexo 8. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de chasparria (*Cercospora coffeicola*) en café bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO u BO); Masatepe, mayo 2003 - abril 2004.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Fecha	11	4.74155491	0.43105045	23.69	<.0001
Réplica	2	0.08216128	0.04108064	8.34	0.0003
Error a	22	0.40025581	0.01819345	3.69	<.000
Tratamiento	13	0.25673189	0.01974861	4.01	<.0001
Tratamiento * Fecha	143	1.08465149	0.00758498	1.54	0.0009
Error b	312	1.53696017	0.00492615		
Total	503	8.10231555			
R ² : 0.81; CV: 138.68					

Anexo 9. Comportamiento de la Temperatura durante el período de estudio, Masatepe, Masaya.



Anexo 10. Comportamiento de la Humedad Relativa durante el período de estudio, Masatepe, Masaya.



Anexo 11. Comportamiento de la precipitación durante el período de estudio, Masatepe, Masaya.

