

Thesis
Z95t
e.2

O AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
IA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSGRADUADOS

**TIPOLOGÍAS CAFETALERAS Y DESARROLLO DE ENFERMEDADES EN
LOS CAFETALES DE LA RESERVA NATURAL MIRAFLOR-MOROPOTENTE,
ESTELÍ, NICARAGUA**

POR

CRISTHIAN ZÚÑIGA PEREIRA

CATIE

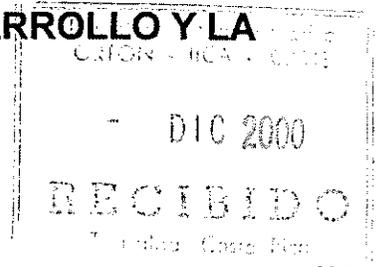
Turrialba, Costa Rica
2000

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA

CONSERVACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



**TIPOLOGÍAS CAFETALERAS Y DESARROLLO DE ENFERMEDADES EN LOS
CAFETALES DE LA RESERVA NATURAL MIRAFLOR-MOROPOTENTE,
ESTELÍ, NICARAGUA.**

POR

CRISTHIAN ZÚÑIGA PEREIRA

CATIE

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**

**TIPOLOGÍAS CAFETALERAS Y DESARROLLO DE ENFERMEDADES EN LOS CAFETALES
DE LA RESERVA NATURAL MIRAFLOR-MOROPOTENTE, ESTELÍ, NICARAGUA**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar por el grado de

Magister Scientiae

por

CRISTIAN ZÚÑIGA PEREIRA

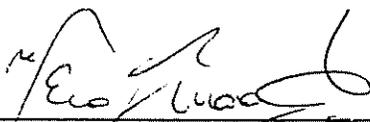
TURRIALBA, COSTA RICA

2000

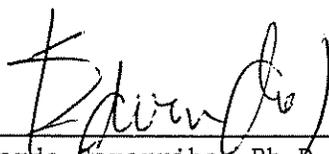
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgraduados del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

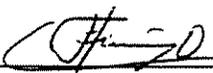
FIRMANTES:



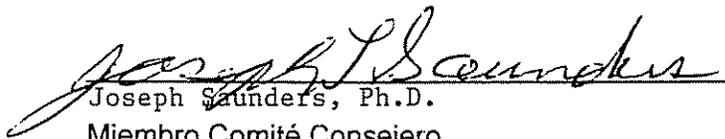
Vera Sánchez Garita, Ph.D.
Consejero Principal



Eduardo Somarriba, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

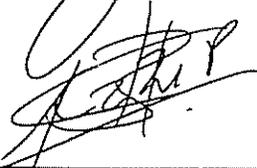


Francisco Jiménez, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Joseph Saunders, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Gilberto Páez, Ph.D.
Director y Decano de la Escuela de Posgraduados



Christian Zúñiga
Candidato

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso,

por ser mi guía, compañero y protector.

A Lilly,

por el amor que me has brindado.

A mis Padres,

*Javier Zúñiga y Betty Pereira por enseñarme la
honestidad y la justicia.*

A mis hermanos,

*Iván, Iracema y Hazel, ejemplos de trabajo
y perseverancia.*

A mi sobrino Iván Javier.

AGRADECIMIENTO

Deseo en estas líneas dejar constancia de un profundo agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo, especialmente :

- A la Dra Vera Sánchez, por su amistad, apoyo incondicional y orientación como profesor consejero.
- A los miembros del comité asesor, Drs Eduardo Somarriba, Joseph Saunders y Francisco Jiménez, por sus valiosos aportes para el enriquecimiento del trabajo.
- A los señores Francisco Mesén, Rodolfo Salazar, Muhammad Ibrahim, Manrique González y Antonio Salas, por su amistad y la ayuda brindada.
- Al Lic. Jhonny Pérez, por su colaboración en los análisis estadísticos.
- A todo el personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, en especial a Javier Brenes, Juan Rojas, Rigoberto Aguilar, Liseth Brenes, Gilberth Gamboa, Katia Castillo, Addy Mora y Alex Solano.
- A FUNDATROPICOS, PANIF y al Fondo Nacional de Becas de Costa Rica (FONABE) por haber financiado parcialmente mis estudios de Maestría.
- A los Funcionarios de MARENA-ESTELÍ: Don Gilberto Quirós, Julio César Gómez, Martín Pereira, Ramiro Guerrero, por ser amigos y verdaderos facilitadores del proceso de investigación.
- A los MSc, Glenda Bonilla y Jorge Ulises Castellón, por ser excelentes colaboradores, anfitriones y amigos.
- A Jairo Rodríguez, Byron Villareina, Beck Alexánder Prado y Adolfo Velásquez, por su apoyo y su sincera amistad.
- A los productores de café de Mirafior por su amistad y la gran colaboración brindada.
- A Francisco Casasola, Hernán Nieto, Ana Paula Correa, por su amistad, apoyo y solidaridad en momentos difíciles.
- A mis compañeros de promoción: Ramón, Amilcar, Giniva, Gabriela Ávila, Otho, Henry, Felipe, Manuel, Alejandro y Román, gracias por su amistad y por haber hecho de estos dos años un constante aprendizaje.
- Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
TABLA DE CONTENIDO	v
RESUMEN	vii
SUMMARY	ix
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS:.....	2
1.2 HIPÓTESIS	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 El cultivo del café en Nicaragua.....	3
2.2 El cultivo del café orgánico	3
2.3 Agroecología del café	4
2.4 La sombra en el cultivo del café.....	5
2.5 Principales enfermedades en café.....	6
2.5.1 <i>Hemileia vastatrix</i> Berk & Br (Roya).....	6
2.5.2 <i>Cercospora coffeicola</i> Berk & Cook (Chasparria).....	6
2.5.3 <i>Mycena citricolor</i> Bert & Curt (Ojo de gallo)	7
2.5.4 <i>Colletotrichum</i> spp Noack (Antracnosis).....	7
2.6 Microclima en cafetales con sombra.....	7
2.7 Efecto de la sombra en el desarrollo de enfermedades.....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 Localización y características del área de estudio	10
3.2 Caracterización del dosel de sombra.....	12
3.2.1 Componentes de sombra.....	12
3.2.2 Doseles de sombra de los cafetales	13
3.2.3 Criterios de selección de fincas.....	13

3.3 Ubicación y establecimiento de la parcela temporal.....	14
3.4 Evaluación de las principales enfermedades del café en los doseles de sombra.	14
3.5 Determinación de las tipologías cafetaleras.....	15
3.6 Análisis de la información.	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1 Ubicación de las parcelas temporales en las comunidades de Mirafior....	17
4.2 Caracterización del dosel de sombra.....	17
4.3 Incidencia de las principales enfermedades del café en los doseles de sombra.	19
4.3.1 <i>Hemileia vastatrix</i> (Roya).....	19
4.3.2 <i>Mycena citricolor</i> (Ojo de gallo).....	20
4.3.3 <i>Cercospora coffeicola</i> (Chasparria).....	24
4.3.4 <i>Phoma costarricensis</i> (Derrite).....	26
4.3.5 <i>Colletotrichum sp</i> (Antracnosis).....	27
4.4 Determinación de las tipologías cafetaleras.....	28
4.4.1 <i>El productor</i>	28
4.4.2 <i>La Finca</i>	28
4.4.3 <i>El cafetal</i>	29
4.4.4 <i>Manejo del cafetal</i>	29
4.4.5 <i>Matriz de correlación</i>	31
4.4.6 <i>Análisis de componentes principales</i>	32
4.5 Consideraciones generales para la producción de café en la RNMM.	37
5.CONCLUSIONES	41
5.1 Recomendaciones.....	43
6. LITERATURA CONSULTADA.....	44
7. ANEXOS	51

Zúñiga Pereira, C. 2000. Tipologías cafetaleras y desarrollo de enfermedades en los cafetales de la reserva Natural Mirafior-Moropotente, Estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

RESUMEN

Palabras claves: Enfermedades del café, *Hemileia vastatrix*, *Mycena citricolor*, *Cercospora coffeicola*, incidencia, análisis multivariado, tipologías cafetaleras.

El trabajo se realizó en la reserva natural Mirafior-Moropotente ubicada entre las coordenadas (13° 3' 22" y 13° 7' 30" y 86° 29' 15" y 86° 29' 50") a 25 km de la ciudad de Estelí, 157 km al norte de Managua Nicaragua. El estudio abarcó 10.000 ha en esta área predomina el bosque de nebliselva y una gran variedad de microclimas. El objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo de enfermedades en los diferentes tipos de sombra de la reserva natural Mirafior Moropotente.

Se estudiaron 40 fincas clasificadas como cafetales con sombra de bosque raleado, bosque raleado y musáceas, cafetales con *Inga* spp (guaba) y cafetales con musáceas. En cada finca se estableció una parcela temporal de 50 X 20 m y se seleccionaron al azar 15 plantas de café, se marcó una bandola en la parte superior y otra en la inferior de la planta, se evaluó mensualmente la incidencia de *Hemileia vastatrix* (Roya), *Mycena citricolor* (Ojo de gallo), *Cercospora coffeicola* (Chasparria), *Phoma costarricensis* (Derrite) y *Colletotrichum* spp (Antracnosis). Se midió mensualmente la humedad relativa y temperatura, se hicieron análisis de suelos y foliares en las parcelas evaluadas. Se utilizó un diseño en parcelas sub-sub divididas en el tiempo.

Se desarrollaron estudios tipológicos utilizando variables del dosel de sombra (porcentaje sombra, riqueza, diversidad, poblaciones totales de árboles maderables, cítricos, musáceas, frutales y leñosas); de la finca y del productor (área del cafetal, producción, número de fincas, numero de actividades realizadas, altitud, pendiente, pedregosidad, densidad de cafetos, meses de verano y años de experiencia) y del manejo (costos totales de fertilizantes, fungicidas, herbicidas, insecticidas, mano de obra y materiales). Los análisis se realizaron mediante una matriz de correlación para eliminar multicolinealidad, selección de variables, componentes principales, distancia de gower entre pares de fincas, análisis de conglomerados, análisis discriminante y discriminante canónico.

La incidencia de *C. coffeicola* y *M. citricolor* varió dependiendo del tipo de sombra evaluado; *C. coffeicola* fue más importante en cafetales con sombra de musáceas y con mayor incidencia de luz, mientras que *M. citricolor* fue compatible con sombra de bosque, con mayor porcentaje de sombra. *C. coffeicola* presentó la mayor incidencia en la bandola superior de la planta, mientras que *M. citricolor* en la bandola inferior. *H. vastatrix* varió su incidencia de acuerdo a la fecha de evaluación, aumentó después de iniciadas las lluvias y en mayor proporción en el estrato inferior de la planta.

Se identificaron cinco tipologías cafetaleras: 1) cafetales con muchas especies maderables, en zonas altas, altos insumos (productores orgánicos); 2) con muchos árboles para leña, alta densidad de siembra y bajos insumos; 3) con muchas musáceas en el dosel, menos diversos, menor riqueza, menor densidad de plantación, y de bajos insumos; 4) cafetales con mayor porcentaje de sombra, mayor riqueza y menor producción; 5) cafetales con cítricos y frutales como parte del dosel, los más diversos, mayor producción y de bajos insumos. Las variables del dosel de sombra, del manejo, de la finca y el productor fueron importantes en la determinación de las tipologías cafetaleras.

Zúñiga Pereira, C. 2000. Coffee farm typologies and the development of coffee diseases in the Mirafior-Moropotente nature reservation, Estelí, Nicaragua. Thesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

SUMMARY

Key-words: Coffee diseases, *Hemileia vastatrix*, *Mycena citricolor*, *Cercospora coffeicola*, incidence, multivariate analysis, coffee typologies.

This study was carried out in the Mirafior-Moropotente nature reservation located between the coordinates 13° 3' 22" and 13° 7' 30" North Latitude and 86° 29' 15" and 86° 29' 50" West Longitude. The reservation is 25 Km from the city of Estelí and 157 Km north of Managua the capital of Nicaragua. The study site covers an area of 10.000 ha in which the mountain forest dominates with a great variety of microclimates. The objective of the work was to evaluate disease development in the different types of shade of the Mirafior-Moropotente nature reservation.

Forty coffee plantations were located and classified according to the shade type as: shade of managed forest, managed forest and musaceas, coffee plantations with *Inga spp* (guaba) and coffee plantations with musaceas. Temporary plots of 50 X 20 m were established and 15 coffee plants were randomly selected, one branch was marked in the superior part and another in the inferior part of the plant where the incidence of *Hemileia vastatrix* (Roya), *Mycena citricolor* (Ojo de Gallo), *Cercospora coffeicola* (Chasparria), *Phoma costarricensis* (Derrite) and *Colletotrichum spp* (Antracnosis) was evaluated. Relative Humidity and temperature were measured monthly, soils and plant analysis were done in the evaluated plots. The information was analyzed by means of a split-split plot in the time design.

Variables of the shade canopy were evaluated (percentage shade, richness, diversity, total populations of timbers trees, citrus, musaceas, fruits and firewood); the farm and the producer (coffee plantation areas, production, number of farms, number of activities carried out, altitude, slope, sponiness, density of coffee, months of summer and years of experience); the management (total costs of fertilizers, fungicides, herbicides, insecticides, manpower and materials). The analyses were carried out by means of a correlation matrix to eliminate multicollinearity, selection of variables, principal components, Gower distance among pairs of farms, conglomerate analysis, discriminant analysis and canonical discriminant.

The incidence of *C. coffeicola* and *M. citricolor* varied depending on the shade type evaluated, *C. coffeicola* was more important in coffee plantations with musaceas shade, with more incidence of light, the second in coffee plantations with forest shade, with more shade percentage. *C. coffeicola* presented the highest incidence in the upper branch of the plant, while *M. citricolor* in the lower branch. *H. vastatrix* varied its incidence according to the evaluation date, it increased with the commencement of the rains and in greater proportion in the lower stratum of the plant.

The variables, shade canopy, management, farm and producer, were important in the determination of the coffee typologies. Five coffee typologies were identified: 1) coffee plantations with many timber species, in high areas, high inputs (organic producers); 2) with many trees for firewood, high planting density and low inputs; 3) with many musaceas in the canopy, less diverse, less richness, less plantation density, and low inputs; 4) coffee plantations with greater shade percentage, greater richness and less production; 5) coffee plantations with citrus and fruits as part of the canopy, the most diverse, bigger production and low inputs.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje de aparición de las especies de acuerdo a su función en los cafetales. Miraflor, Estelí, Nicaragua.	18
Cuadro 2. Cronograma de actividades en cafetales de la reserva natural Miraflor, Estelí, Nicaragua.....	31
Cuadro 3. Matriz de distancias generalizadas al cuadrado $D^2(i/j)=(X_i - X_j)'COV^{-1}(X_i - X_j)$ entre pares de conglomerados.	32
Cuadro 4. Análisis discriminante canónico para los conglomerados establecidos.....	33
Cuadro 5. Promedio de las variables por tipologías de cafetal.	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las parcelas de evaluación Mirafior, Estelí, Nicaragua. ...	11
Figura 2. Incidencia de <i>Hemileia vastatrix</i> (Roya) para los estratos inferior y superior de la planta en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.	19
Figura 3. Incidencia de <i>Mycena citricolor</i> (Ojo de gallo) para los estratos inferior y superior de la planta en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.	22
Figura 4. Incidencia de <i>Mycena citricolor</i> (Ojo de Gallo) en cafetales con diferentes tipos de sombra en la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.	23
Figura 5. Porcentajes de sombra promedios de cada dosel de sombra evaluado en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.	23
Figura 6. Incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> (Chasparria) para el estrato inferior y superior de la planta en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.	24
Figura 7. Incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> (Chasparria) en cafetales con diferentes tipos de sombra en la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.	25
Figura 8. Incidencia de <i>Phoma costarricensis</i> (Derrite) en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.	27
Figura 9. Incidencia de <i>Colletotrichum sp</i> (Antracnosis) en el estrato inferior y superior de la planta en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.	28
Figura 10. Representación de las variables canónicas CAN1 * CAN2, y los cinco conglomerados formados.	36

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1A. Formato de recolección de la información, Mirafior, Estelí, Nicaragua	51
Anexo 2A. Análisis de varianza para la variable incidencia de <i>Hemileia vastatrix</i> (Roya) en los estratos superior e inferior de la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.	56
Anexo 3 A. Pruebas de Tukey para efectos simples en las enfermedades evaluadas. Mirafior, Estelí, Nicaragua.....	56
Anexo 4 A. Análisis de suelos realizados a las parcelas evaluadas. Mirafior, Estelí, Nicaragua.....	57
Anexo 5 A. Análisis de varianza para la variable incidencia de <i>Mycena citricolor</i> (Ojo de gallo) en los estratos superior e inferior de la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.	58
Anexo 6A. Análisis de varianza para la variable incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> (Chasparria), Mirafior, Estelí, Nicaragua.	58
Anexo 7A. Análisis de varianza para la variable % de sombra en los diferentes doseles evaluados. Mirafior, Estelí, Nicaragua.....	58
Anexo 8A. Prueba de Tukey para la variable % de sombra en los diferentes doseles evaluados. Mirafior, Estelí, Nicaragua.....	59
Anexo 9 A. Análisis foliar y rangos de concentración de los elementos en los cafetales evaluados. Mirafior, Estelí, Nicaragua.....	60
Anexo 10A. Análisis de varianza para la variable incidencia de <i>Phoma costarricensis</i> (Derrite) en los estratos superior e inferior de la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.	61
Anexo 11A. Análisis de varianza para la variable incidencia de <i>Colletotrichum sp</i> (Antracnosis) en los estratos superior e inferior de la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.	61
Anexo 12A. Correlación entre la incidencia de las enfermedades y los niveles de nutrientes en la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.	61
Anexo 13 A. Uso, frecuencia de aparición y porcentaje de las especies del dosel de sombra en cafetales de Mirafior, Estelí, Nicaragua	62
Anexo 14 A. Valores propios de los componentes y proporción de la variabilidad explicada por cada uno de ellos.....	64

Anexo 15 A. Peso de las 26 variables en cada uno de los 10 componentes principales.....	65
Anexo 16A. Estructura canónica de las variables (CAN i) evaluadas.	66
Anexo 17 A. Datos de Humedad relativa y temperatura en los cafetales evaluados, Mirafior, Estelí, Nicaragua.....	67
Anexo 18 A. Listado de productores que colaboraron con el estudio: Tipologías cafetaleras y desarrollo de enfermedades en los cafetales de la reserva Natural Mirafior-Moropotente, Estelí, Nicaragua	68

1. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los principales productos de exportación de Nicaragua. Representa entre el 28% y el 30% de la producción nacional, el 5.8% del producto interno bruto de las exportaciones (MAG 1998) y una fuente de ingresos para unas 180.000 familias (PANIF 1998). Nicaragua posee cinco zonas productoras de café. La zona 1, Estelí y Nueva Segovia cubre un 20% del área productora nacional y contribuye con un 14% de la producción de café del país (1.43 millones qq oro) (MAG 1998).

La reserva Natural Mirafior-Moropotente (RNMM), (25 km al noroeste de la ciudad de Estelí, a 157 km. de Managua, capital de Nicaragua.) fue declarada área de conservación por la Ley General del Ambiente 217 (MARENA 1999), cubre 25.000 ha, la mayoría en el departamento de Estelí y una pequeña parte en el departamento de Jinotega.

La RNMM se considera un caso particular dentro de la clasificación de áreas protegidas por que antes de su declaración el desarrollo rural ya estaba presente y en la actualidad es un componente importante que incide sobre el uso de los recursos presentes. La producción de café es una de las actividades más importantes de los agricultores y cubre 300 ha, muchas de café orgánico además de las fincas convencionales (donde se usan agroquímicos), en las cuales es necesario implementar estrategias de manejo que permitan la utilización de la reserva como medio de subsistencia para los pobladores y que asegure el uso adecuado de los recursos con un mínimo de contaminación ambiental.

El diseño del dosel de sombra es importante para la producción orgánica y convencional de café, pues además de establecer un microclima particular para el cultivo, suministra al productor madera y leña, incrementa la biodiversidad y disminuye la dependencia de una sola actividad dentro de la finca. El microclima producido por diferentes doseles de sombra puede influir directamente sobre el desarrollo de enfermedades del café. En este trabajo se evaluó el efecto de los diferentes tipos de sombra sobre el desarrollo de las enfermedades más importantes del café, buscando desarrollar opciones de manejo que reduzcan el impacto de las enfermedades en el cultivo, mantengan una producción sostenible y conserven la biodiversidad presente.

1.1 OBJETIVOS:

GENERAL

- ✓ Evaluar el desarrollo de enfermedades en diferentes doseles de sombra en la Reserva Natural Miraflores Moropotente.

ESPECÍFICOS:

1. Determinar los diferentes doseles de sombra presentes en el área.
2. Evaluar las principales enfermedades del café en los doseles sombra a través del tiempo.
3. Establecer recomendaciones de manejo del dosel de sombra en cafetales de la RNMM que permitan limitar la incidencia de las enfermedades del café.
4. Determinar las tipologías cafetaleras presentes en el área de estudio.

1.2 HIPÓTESIS .

1. Existen diferentes doseles de sombra en la reserva Natural Miraflores Moropotente.
2. La incidencia de las enfermedades del café difiere entre doseles de sombra a través del tiempo.
3. Existen recomendaciones para manejar el dosel y limitar la incidencia de las enfermedades del café.
4. Existen diferentes tipologías cafetaleras en la Reserva Natural Miraflores Moropotente.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El cultivo del café en Nicaragua.

Desde la caída de los precios internacionales del algodón, el café ha sido el principal rubro agrícola de exportación de Nicaragua y el principal generador de empleo. Cada ciclo de cultivo genera aproximadamente 230.000 empleos temporales y 45.000 empleos permanentes (PANIF 1998). El café se siembra bajo distintos sistemas de manejo incluyendo: 1) café convencional, conocido como de alta tecnología, presenta los rendimientos más altos (1500 kg /ha a nivel nacional), gracias a un manejo intensivo del cultivo y a una densidad de 5800 a 7000 plantas/ha 2) café semitecnificado con 5800 plantas / ha, y una producción de 850 kg/ha; y 3) café tradicional (de bajos insumos) 3300 plantas/ha y 350 qq/ha (MAG 1998, PANIF 1998).

La producción de café en Nicaragua se encuentra delimitada en cinco regiones (MAG 1998): Región I (Las Segovias), Región II (Jinotega Norte), Región III (Jinotega Matagalpa), Región IV (Boaco) y Región V (Managua-Meseta de los pueblos). La regionalización responde a cinco criterios: 1) Organización y cobertura de las agencias y organismos del café (UNICAFE y CONICAFE), 2) Facilidad de acceso territorial, 3) Características edafoclimáticas (precipitación y altitud), 4) Facilidad de organización de la información que presentan los mapas, 5) Identificación cultural de los productores con el territorio.

2.2 El cultivo del café orgánico

El café orgánico se usa insumos no sintéticos, preferiblemente producidos dentro de la finca (Boyce *et al.* 1993), en la utilización de árboles de sombra que protegen las plantas contra el calor y contribuyen con en el ciclaje de nutrientes (Akkermann y Vaan Bar 1992), la diversificación con frutales dentro de la plantación y su combinación con especies animales como cerdos, gansos, que contribuyen al control natural de malezas y aportan materia orgánica y nutrientes (Solano 1993).

La transición de agricultura convencional a agricultura orgánica se puede dar

de dos formas: Sembrar por primera vez de acuerdo a normativas antes descritas. La transformación paulatina del manejo del cultivo en forma orgánica (Boyce *et al.* 1993). En ambos casos los rendimientos por hectárea disminuyen en comparación a los del cultivo de altos insumos (convencional), aumentando significativamente los costos de producción por concepto de mano de obra (control de malezas y la preparación y aplicación de abonos orgánicos) (Clemens 1992).

En Costa Rica el manejo orgánico requirió 40% más de mano de obra que el convencional. La fertilización orgánica fue la responsable de este incremento Lynbaek *et al.* (1999).

2.3 Agroecología del café

Las condiciones óptimas para el café se logran entre los 1200 a 1700 metros de altitud, entre 17°C a 23 °C, 1600 a 1800 mm de precipitación y 70-95% de humedad relativa (Sotomayor 1993, ICAFE 1998, Figueroa *et al.* 1998). Temperaturas inferiores a 10 °C, producen clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes por muerte de los cloroplastos, así como un lento crecimiento del fruto. Las altas temperaturas aceleran la senectud, causan anomalías en la flor, e inducen al desarrollo de plagas y enfermedades (Fournier 1978, Sánchez 1991). Precipitaciones menores a 1000 mm anuales limitan el crecimiento de la planta y por lo tanto la cosecha del año siguiente. Un periodo de sequía prolongado propicia la defoliación y la muerte de la planta. Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física del café oro y la calidad de taza se deterioran notablemente y el control fitosanitario de la plantación se vuelve costoso.

No hay estudios que establezcan condiciones ideales de viento para el cultivo del café. Sin embargo, corrientes fuertes de aire producen ruptura de hojas, brotes y yemas florales, aumenta la evaporación desde el suelo y la transpiración de las plantas (Sotomayor 1993).

Se recomiendan suelos profundos, ligeramente ácidos (pH 5-6.5), ricos en nutrientes, con buena retención de humedad, pendiente entre 1-15% y un 60% de espacio poroso (Figueroa *et al.* 1998). Los suelos condicionan el desarrollo radical y el aprovechamiento de nutrientes. Su composición influye directamente en la

capacidad de asimilación y en el uso del agua (ICAFE 1989).

2.4 La sombra en el cultivo del café

El café es una planta umbrófila, fue descubierta en Etiopía creciendo bajo la sombra de los árboles en el bosque (Gopal *et al.* 1970; Fournier 1978). Es por esta razón que con frecuencia se le cultiva bajo árboles de sombra (*Erythrina berteroana*), (*Inga spp*), maderables o frutales. En estos sistemas se utilizan árboles de porte bajo, podados dos o tres veces al año (Figueroa *et al.* 1998). Los árboles de sombra que son podados generalmente tienen valor por el aporte de nutrientes y materia orgánica al suelo y en algunos casos por su capacidad de fijación de nitrógeno (Elzakker 1995).

La sombra beneficia al café principalmente cuando se siembra en suelos de baja fertilidad, bajas elevaciones respecto al nivel del mar, deficientes de agua, y bajo estrés por altas temperaturas (Muschler 1997). Los árboles de sombra protegen el café de la incidencia directa de los rayos del sol, lo que disminuye la evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas (Carvajal 1984). Los excesos de luz interfieren con la formación de compuestos volátiles responsables del aroma y el sabor del café (Rayner 1942); cafetales a plena exposición solar agotan la fertilidad natural del suelo y requieren la necesidad de aplicaciones de fertilizantes (Gopal 1970).

Estudios de diversidad en la composición botánica y en la estructura vertical y horizontal de los doseles de sombra en plantaciones de café, han sido realizados en Costa Rica (Espinoza 1986, Llanderal 1998), Venezuela (Escalante *et al.* 1987), y Nicaragua (Bonilla 1999). Se analizaron factores biofísicos y socioeconómicos que pueden incidir sobre el diseño y manejo del dosel de sombra en los cafetales (Llanderal y Somarriba 1999). Se han encontrado muchas combinaciones de café con árboles de sombra en distintas condiciones agroecológicas y bajo distintas prácticas de manejo (Bonilla 1999).

A pesar de los beneficios ecológicos de los árboles de sombra, la producción bajo este sistema es menor que al sol pues la tasa fotosintética disminuye bajo sombra (González 1955, Beer *et al.* 1998, Muschler 1998). Sin

embargo otros investigadores como Perfecto *et al.* (1996) mencionan que el utilizar árboles de sombra en los cafetales no sólo significa aumentar la producción a un costo razonable, si no disminuir las pérdidas de suelo y daños al medio ambiente y sirve como refugio para la biodiversidad.

2.5 Principales enfermedades en café

2.5.1 *Hemileia vastatrix* Berk & Br (Roya).

La roya del cafeto es un parásito obligado que afecta fundamentalmente las hojas. Se manifiesta como pequeñas manchas cloróticas que evolucionan hacia un color amarillo, de 1 y 2 mm de diámetro pero pueden crecer hasta 2 cm de diámetro. Las hojas afectadas caen prematuramente, lo que retarda el crecimiento en plantas jóvenes y produce muerte regresiva en plantas adultas (Avelino *et al.* 1999).

La incidencia de la roya es favorecida por temperaturas que oscilan entre 21 y 25 °C. La precipitación y la humedad son factores que junto con la temperatura inciden en el desarrollo de la enfermedad. Para la penetración del hongo es necesaria la presencia de agua libre en la hoja por un periodo no menor de cinco horas, lo cual sucede en días de lloviznas o con la presencia de rocío (Rayner 1961). Cuando la lluvia golpea las hojas con lesiones, se liberan las esporas y se diseminan hacia hojas sanas. Durante el año, la roya presenta diferentes fases: baja incidencia en la época seca, un incremento de la severidad hasta alcanzar máximo y la caída de las hojas y coincide con la disminución de las lluvias (Cadena 1982),.

2.5.2 *Cercospora coffeicola* Berk & Cook (Chasparría, Mancha de hierro)

Esta enfermedad presenta una amplia distribución en todas las zonas cafetaleras. Afecta hojas y granos, en plantas de todas las edades. Provoca una severa defoliación y una disminución de la producción y calidad del grano. Los síntomas son lesiones con anillos concéntricos bien definidos con un anillo color rojizo y un borde externo amarillo. En los frutos, las lesiones aparecen principalmente en la parte expuesta al sol. En plantaciones a plena exposición solar o con poca sombra, el ataque de esta enfermedad es más severo, sobre todo si no se ha fertilizado adecuadamente o existen deficiencias de potasio en la planta (

Monterroso 1999). La enfermedad es favorecida por alta radiación solar, altas temperaturas y el rocío característico de las zonas bajas no obstante puede manifestarse de igual manera en zonas altas (Van der Vossen y Cook 1975).

2.5.3 *Mycena citricolor* Bert & Curt (Ojo de gallo)

El ojo de gallo es una enfermedad de amplia distribución en cafetales de zonas altas, con climas muy húmedos y sombras densas. Los síntomas se manifiestan con puntos diminutos que se pueden ver a trasluz, que crecen formando manchas de color gris ceniciento forma circular de 1 a 2 mm de diámetro pero pueden alcanzar un tamaño máximo de 15 mm. El patógeno ataca ramas, hojas y frutos y es favorecido en condiciones de alta humedad y baja temperatura. La nubosidad, el exceso de sombra y hospederos alternos favorecen el incremento de la enfermedad (Rao y Tewari 1989). Cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad se observan filamentos amarillos que terminan en forma de cabezuela que constituyen sus órganos reproductivos (Castaño 1951, Wang y Avelino 1999).

2.5.4 *Colletotrichum spp* Noack (Antracnosis).

Esta enfermedad es importante en plantaciones a plena exposición solar. Ataca principalmente los frutos, pero produce daños en la flor, hojas y ramas. Los frutos pueden ser atacados en cualquier etapa de su desarrollo, se momifican y caen. La enfermedad es favorecida por la presencia de las lluvias que inducen a la producción y diseminación de las esporas (Figuroa *et al.* 1998).

2.6 Microclima en cafetales con sombra.

Las condiciones microclimáticas que afectan el desarrollo de las enfermedades (Howard *et al.* 1992) dependen básicamente de la estructura de la planta, de la distribución del área foliar y de la interacción con el medio ambiente (Smart 1985).

Castro *et al.* (1961) observaron que la humedad relativa del aire en un cafetal a pleno sol es menor que bajo sombra, la temperatura exhibe un comportamiento contrario. Las temperaturas del suelo a 5, 10 y 30 cm de profundidad fueron superiores en cafetales a pleno sol respecto a los sembrados con sombra (Castro *et al.* 1961).

La materia orgánica producida por los árboles de sombra contribuye a regular la temperatura de las capas superficiales del suelo y a evitar la desecación del sistema radical de las plantas de café (Muschler 1997). La humedad del suelo durante el periodo seco del año en café con sombra siempre presentó nivel más alto con respecto a los sembrados a plena exposición solar. En sistemas de café con *Eucaliptus spp* y café con *Inga spp*, la humedad del suelo fue mayor que a plena exposición solar (Franco 1958).

La sombra puede reducir la cantidad de luz entre un 60 y un 80% (Muschler 1998) lo que modifica las condiciones microclimáticas del cafetal. Árboles de sombra como *Inga spp* en el cafetal reducen la temperatura máxima entre 5 y 4 °C (Barradas y Fanjul 1986). Estas modificaciones del microclima influyen en el desarrollo de las enfermedades del café. Por ejemplo en Nicaragua los niveles de *H. vastatrix* fueron altos en condiciones de sombra en respuesta a la humedad presente en los estratos bajos de la planta de café. La mancha de hierro (*C. coffeicola*) bajo condiciones de sombra no incrementó su severidad, pues las condiciones óptimas para su desarrollo son a pleno sol y en suelos deficientes de nitrógeno y potasio (Monterroso 1999, Guharay *et al.* 2000). Además según Muschler (1998) la mayor incidencia de la mancha de hierro se presentó en las hojas del estrato superior de las plantas de café afectando también los frutos.

Enfermedades como *P. costarricensis* y *M. citricolor* se desarrollan principalmente en cafetales de nebliselva, en los cuales la sombra genera alta humedad, limita la entrada de luz y la penetración y circulación el aire, por lo cual las hojas no se secan y se favorece el proceso de infección de los patógenos (Wang y Avelino 1999).

Es necesario realizar un diseño y manejo del dosel de sombra que modere los niveles de luz, reduzca las condiciones de humedad en la superficie de la hoja durante periodos críticos y limite el desarrollo de las enfermedades (Guharay *et al.* 2000),

2.7 Efecto de la sombra en el desarrollo de enfermedades.

La sombra es en los cafetales protegen las plantas contra el exceso de calor y proporcionan un componente microbiológico necesario para la resistencia contra las enfermedades (Boyce *et al.* 1994, Akkermann y Vaan Bar 1992) .

La incidencia de enfermedades en café depende de las condiciones del sitio, y existe mucha controversia en los efectos que tiene la sombra sobre su desarrollo (Beer *et al.* 1998). Porcentajes altos de sombra pueden aumentar los problemas de plagas y enfermedades (ICAFE 1989), mientras que Eskes (1982) y Campbell (1984) consideran que bajo sombra la incidencia de plagas y enfermedades disminuye.

Excesivos niveles de sombra incrementan la incidencia de *M. citricolor* (Ojo de Gallo), particularmente en sitios cercanos a ríos y lugares ondulados que presenten microclimas adecuados para el desarrollo del patógeno (ICAFE 1989).

Pérez (1983) estableció que los cafetales a plena exposición solar producen un 10% más que en condiciones de sombra regulada, con la gran desventaja de que se producen altas incidencias de *Cercospora coffeicola* (Gopal *et al.* 1970, Nataraj y Subramanian 1975, Guharay *et al.* 2000) y un incremento en la cantidad de malezas y los costos para su control.

Un caso particular corresponde a *H. vastatrix* (Roya), la cual causa serias defoliaciones del cafeto en condiciones de plena exposición solar y en sombra (Beer *et al.* 1998), se sabe que para este último caso los árboles de sombra pueden servir de hospederos y como fuente de inóculo a la plantación (Wellman 1961).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y características del área de estudio

El trabajo se realizó en la reserva natural Mirafior-Moropotente ubicada entre las coordenadas 13° 3' 22'' y 13° 7' 30'' Latitud Norte y 86° 29'15'' y 86° 29'50'' Longitud Oeste a 25 km de la ciudad de Estelí, situada a 157 km al norte de Managua (Figura 1). El área de estudio abarcó una superficie de 10.000 ha, en esta área predomina el bosque de nebliselva y una gran variedad de microclimas (MARENA 1999).

La reserva presenta dos estaciones bien diferenciadas: la estación seca entre noviembre y mayo y la lluviosa el resto del año. La precipitación promedio anual es de 1200 mm. La temperatura promedio anual es de 21 °C con una temperatura máxima de 24 °C y mínima de 20 °C. La humedad relativa en la zona es de un 80% (PANIF 1996). La población se estima en 7.500 habitantes (0.75 habitantes/ha) dedicados a la producción agropecuaria (MARENA 1999).

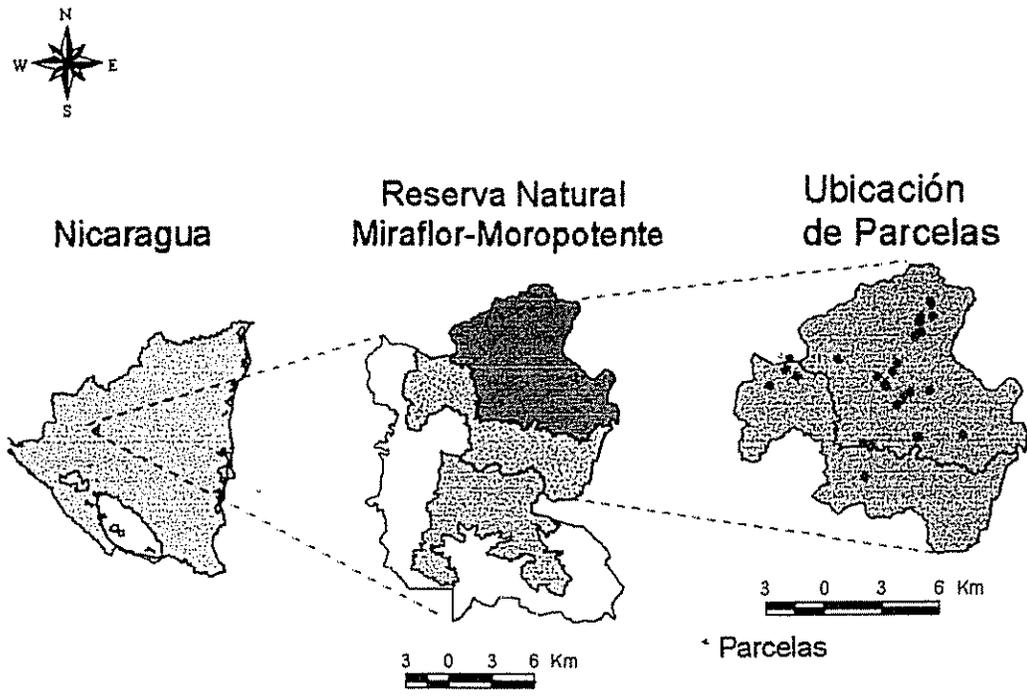


Figura 1. Ubicación de las parcelas de evaluación, Miraflores, Estelí, Nicaragua.

3.2 Caracterización del dosel de sombra.

Se recorrieron todas las fincas productoras de café de la zona. Con base en las observaciones se determinó el dosel de sombra de los cafetales presentes en la reserva natural Miraflor de acuerdo a la siguiente metodología:

3.2.1 Componentes de sombra

Se consideró la función que desempeñan las plantas del dosel de sombra y no tanto la especie botánica, dado que el productor utiliza distintas especies para un mismo fin por ejemplo *Erythrina spp* y *Gliricidia spp* las cuales usa como sombra.

Se consideraron los componentes:

Árboles de sombra. Su finalidad principal es proporcionar una sombra de fácil regulación (ejemplos *Erythrina spp* (Coralito), *Inga spp*(Guaba)), generalmente no proporcionan un beneficio adicional, a diferencia de los siguientes tipos, los cuales ofrecen productos para consumo familiar o comercialización.

Musáceas. En esta categoría se incluyen varias variedades de plátano, banano y guineo (*Musa spp*) que se usan para consumo familiar y animal. En muchos casos son componentes temporales en el cafetal; por ejemplo, cuando se establecen nuevas plantaciones, o se poda muy severamente el café.

Leña. Existen también árboles cuyo principal propósito es dar sombra y leña, ya que en muchas partes, la leña sigue siendo la principal fuente energética (ejemplo Carbón *Acacia pennatula*).

Maderables. En muchos casos producto de regeneración natural. Se seleccionan los mejores, se ralea y poda en forma esporádica y ciertamente se cosechan para atender necesidades familiares y personales (*Roble Quercus sapotifolia*).

Frutales de plantación. Plantaciones de cultivos perennes como macadamia (*Macadamia integrifolia*), pejibaye (*Bactris gasipaes*) y cacao (*Theobroma cacao*) llegan a ser utilizados también como sombra para café. Se consideran por separado debido a que son manejados como un cultivo más y no sólo como "sombra". Generan un ingreso importante para la finca.

Otros frutales. En esta categoría se encuentran los árboles frutales que generalmente no son tan abundantes dentro del cafetal como guayaba (*Psidium guajava*) y mango (*Mangifera indica*). Estas frutas no tienen un mercado tan desarrollado como el de cítricos y aguacates

Cítricos. Predominan sobre los demás frutales y tienen mercados más o menos seguros, por lo que se consideran como categoría aparte de otros frutales.

Otros componentes. Los componentes que no se ajustaron a las descripciones anteriores, se consideraron dentro de esta categoría por ejemplo, árboles utilizados para postes *Guazuma ulmifolia* (Guácimo de temero).

3.2.2 Doseles de sombra de los cafetales .

Para establecer los doseles de sombra se observó la fisonomía de los doseles. Se consideraron los siguientes.

Cafetales sólo con sombra. Se consideran especies de sombra como las del género *Inga spp.*

Cafetales con sombra y madera. Especies del género *Inga spp* y maderables como laurel (*Cordia alliodora*).

Cafetales con sombra y musáceas. Especies como Coralito (*Erythrina poeppigiana*) y musáceas.

Bosque raleado. Cafetal sembrado dentro del bosque con gran diversidad de especies.

Bosque raleado y musáceas. Cafetal sembrado dentro del bosque raleado con la incorporación de distintas especies de musáceas.

Musáceas. Cafetales con musáceas.

3.2.3 Criterios de selección de fincas

El marco muestral en el estudio correspondió a las fincas que cumplieran con los siguientes criterios de selección: 1) Disposición para colaborar en el estudio, 2) Ocupación primaria del finquero debe ser la finca misma, 3) Manejar la finca desde

hace cinco años, 4) Preferiblemente un finquero que comunique bien sus ideas y conocimientos.

3.3 Ubicación y establecimiento de la parcela temporal.

Se marcó una parcela temporal de 50 x 20 m en sitios representativos de cada cafetal, distante de linderos, caminos, rompevientos y áreas de regeneración natural. La parcela se ubicó con un GPS (Geographical position system) y se evaluó la riqueza y la abundancia de especies del dosel de sombra con un diámetro de altura de pecho mayor a 10 cm, se cuantificó el porcentaje de sombra de cada parcela en cuatro puntos con la ayuda de un densiómetro óptico. Se tomó cuatro lecturas por punto, se evaluó la pendiente con un clinómetro (Sunnto) y se estimó un porcentaje de pedregosidad de acuerdo a la cantidad de piedras en la superficie de la parcela. Se estimó la densidad del café ubicando en el centro de la parcela una subparcela de 10 metros de largo alineada conforme a las hileras del café y un ancho de cuatro calles.

Se realizó un muestreo de suelos y tejido foliar en cada parcela. Se tomaron al azar 25 submuestras de suelo con barreno a 20 cm de profundidad. En los mismos puntos se seleccionaron dos bandolas por planta, una en la parte superior y otra en la inferior. Se tomó el tercer par de hojas completas (>50 mm) de afuera hacia adentro. Se muestrearon cinco plantas por parcela para formar una muestra compuesta de diez hojas (Muestreo de suelos 1987, PROCAFE 1996). Se midió mensualmente la humedad relativa y la temperatura en cada parcela con un higrómetro Oakton en cuatro puntos de la parcela.

3.4 Evaluación de las principales enfermedades del café en los doseles de sombra.

Se visitaron las fincas cada mes, durante los meses de marzo a agosto. En cada parcela se seleccionaron 15 plantas al azar dentro de ellas se seleccionó aleatoriamente una bandola en la parte superior y otra en la parte inferior (Briones *et al.* 1995; Calderón y Monterroso 1994; Vásquez *et al.* 1992; Mendoza *et al.* 1995). Se evaluó la incidencia de *H. vastatrix* (Roya), *Colletotrichum spp* (Antracnosis), *C. coffeicola* (Chasparria), *M. citricolor* (Ojo de gallo) y *P. costarricensis* (Derrite),

contando la cantidad de hojas que presentaron síntomas, dividiéndolo entre el número total de hojas por bandola y multiplicándolo por 100 .

3.5 Determinación de las tipologías cafetaleras.

De todas las fincas cafetaleras se obtuvo información sobre: ubicación de la finca, características de la finca, características del cafetal, el manejo agronómico y costos de producción. Además se obtuvo información biofísica y socioeconómica mediante entrevistas con los productores .

Para el estudio tipológico se evaluaron variables del dosel de sombra (riqueza, índice de simpson, población total por parcela, cantidad de árboles de sombra, cantidad de cítricos, cantidad de frutales, cantidad de especies para leña, cantidad de maderables, cantidad de musáceas), del manejo del cafetal (mano de obra, fertilizantes, fungicidas, herbicidas, insecticidas, materiales, pendiente, pedregosidad, cafetos por manzana) y aspectos propios de la finca y el productor (número de fincas, producción, área en manzanas, años de experiencia del productor, altitud de la finca, y número de meses secos) (Anexo 1A).

3.6 Análisis de la información.

La información de campo se digitó en las siguientes bases de datos: árboles, cafetal, costos, densidad, finca, labores, uso de la tierra, propietario, parcela, problemas, ubicación de las fincas e incidencia de las enfermedades. A partir de esto se generaron los análisis estadísticos que se describen en el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{j(i)k} = \mu + E_i + \varepsilon_{i(i)} + P_k + EP_{ik} + \varepsilon_{jk(i)} + F_i + EF_{ik} + PF_{ki} + EPF_{ik} + \varepsilon_{j(i)k} \text{ donde:}$$

$Y_{j(i)k}$ = Variable de respuesta

μ = Media general

E_i = Estrato, tipo de sombra o parcela grande

ε_{ij} = Error experimental de la parcela grande

P_k = Parte o bandola de la planta evaluada (sub parcela)

EP_{ik} = Interacción tipo de sombra por parte evaluada.

$\varepsilon_{jk(i)}$ = Error de la sub parcela.

F_i = Fecha de evaluación (sub sub parcela).

EF_{ij} = Interacción tipo de sombra por fecha de evaluación.

PF_{kl} = Interacción parte de la planta evaluada por la fecha de evaluación.

EPF_{ikl} = Interacción tipo de sombra por parte de la planta evaluada por fecha de evaluación.

$\varepsilon_{j(i)k}$ = Error de la sub-sub parcela.

Se realizó una prueba de normalidad para la incidencia de Roya, Ojo de gallo, Chasparria, Derrite y Antracnosis. Se procedió a comparar mediante un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas sub-sub divididas en el tiempo, se utilizó la prueba de diferenciación de medias de tukey para efectos simples y medias ajustadas para las interacciones. Se correlacionó la incidencia de las enfermedades foliares contra el porcentaje sombra y nutrición en la planta.

Las tipologías se analizaron con ayuda del análisis univariado, Anova, componentes principales (Hernández 1998), análisis de conglomerados (Matteucci y Colma 1982), análisis discriminante y discriminante canónico. Se calculó la matriz de correlación para eliminar multicolinealidad y reducir el número de variables a evaluar. Se evaluaron 26 variables seleccionadas mediante el método de componentes principales. Se escogieron los componentes que tenían un valor propio mayor a uno y se identificaron las variables con mayor peso en cada componente. Se realizó rotación de ejes tipo varimax para destacar mejor la relación de las variables y los componentes.

Se calcularon las distancias de Gower entre cada par de fincas
 $[d(a, b) = 1/p \sum |x(a) - x(b)| / \text{rango}]$. La matriz de distancias se usó en el análisis de conglomerados mediante el uso de la varianza mínima de ward. La prueba de pseudo t^2 indicó el número de conglomerados a formar, se compararon los promedios de grupos con análisis de varianza, luego se aplicó el análisis discriminante y discriminante canónico a los conglomerados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Ubicación de las parcelas temporales en las comunidades de Mirafior.

Para los estudios de epidemiología se ubicaron 40 fincas, en el estudio tipológico se utilizaron 31 fincas de las 40 ubicadas, debido a que varios productores son dueños de dos o más fincas a las cuales aplican el mismo manejo.

4.2 Caracterización del dosel de sombra.

La investigación permitió establecer los siguientes componentes de sombra: árboles de sombra, musáceas, leña y otros componentes. Con base en los componentes de sombra se establecieron cuatro doseles de sombra en la reserva natural Mirafior: 1) cafetales sólo con sombra. Incluyó varias especies del género *Inga spp*; 2) Bosque raleado. Cafetales sembrados dentro del bosque con gran diversidad de especies; 3) Bosque raleado y musáceas. Cafetales dentro del bosque raleado con la incorporación de distintas especies de musáceas y 4) Músaceas. Cafetales que incluyeron sólo musáceas.

Del total de fincas 23 correspondieron a cafetales en bosque raleado, ocho a cafetales con bosque raleado y musáceas, cinco a cafetales sólo con musáceas y cuatro a cafetales con sombra de guaba (*Inga spp*). Las fincas se ubicaron por localidad de la siguiente manera: 10 en la comunidad Las Lagunetas, siete en El Sontule, seis en Puertas Azules, seis en El Cebollal, dos en El Jilguero, dos en El Tayacán, tres en el Zacatón, dos en Las Naranjas, una en Los Prendedizos, una en La Fortuna.

Se identificaron 69 especies en el dosel de sombra, las cuales se describen de acuerdo a su función en el cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de aparición de las especies de acuerdo a su función en los cafetales. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

FUNCION	PORCENTAJE
Sombra	66.7
Madera	10.1
Frutales	8.7
Leña	7.2
Musáceas	2.9
Postes	2.9
Cítricos	1.4

La población promedio de especies en el dosel de sombra fue de 480 árboles/ha, el porcentaje promedio de sombra de todos los cafetales evaluados fue de 62 %, con variaciones entre 32% y 88%. Como medida de riqueza se calculó el índice de Simpson cuyo valor fue de 0.12, indicando gran diversidad de especies.

Las musáceas fueron el componente más abundante, representando el 58% del total de todas las especies encontradas, son fuente importante para la alimentación humana y animal. Dentro de las especies de bosque las especies con mayor frecuencia fueron la Guaba (*Inga oerstediana*) 6 %, seguido del Lechoso (*Sapium glandulosum*) 3 %, Guaba negra (*Inga punctata*) 2 %, Aguacate Colorado (*Persea caerulea*) 2%, Aguacate canelo (*Cinnamomum costarricanum*) 2%, Aguacate pachón (*Ocotea helicterifolia*) 2% (Anexo 13A). En Mirafior es necesario el manejo del dosel de sombra de los cafetales para limitar el desarrollo de las enfermedades sin deteriorar su valor como hábitats y nichos para epífitas, parásitas, lianas y enredaderas que a su vez sirven de hábitat de insectos. Los cafetales con sombra son albergue para una gran cantidad de aves, mamíferos (Perfecto *et al.* 1996; Greenberg *et al.* 1997), reptiles, anfibios (Moguel y Toledo 1999) y artrópodos (Nestel *et al.* 1993; Perfecto *et al.* 1997) por tanto a la hora de realizar el manejo es importante considerar las especies más abundantes y la biodiversidad asociada a ellas, de tal forma que el impacto del manejo sea mínimo.

4.3 Incidencia de las principales enfermedades del café en los doseles de sombra.

4.3.1 *Hemileia vastatrix* (Roya)

Se presentaron diferencias significativas para la interacción entre la fecha de evaluación y el estrato de la planta (Bandola) donde se evaluó la enfermedad ($p < 0.05$) (Anexo 2A). Se alcanzó un promedio de incidencia de 11.4% en el estrato inferior y de 9.5% para el estrato superior de la planta, ($p < 0.05$) (Anexo 3A) para todo el periodo de muestreo. Estos resultados sugieren que el comportamiento de la enfermedad para la reserva natural Mirafior es similar al descrito por Monterroso (1999), el cual señala que *H. vastatrix* incrementa la incidencia a partir del inicio de las lluvias (mayo-julio), hasta alcanzar un máximo durante el periodo de cosecha (diciembre-marzo) (Figura 2). La enfermedad muestra durante el periodo evaluado una mayor incidencia para el estrato superior de la planta en el mes de marzo (19%), posteriormente disminuye hasta alcanzar niveles de 3.8%, en el mes de Junio, a partir de este mes el incremento es mayor hasta el mes de agosto donde se terminaron las evaluaciones, con una tendencia hacia el incremento.

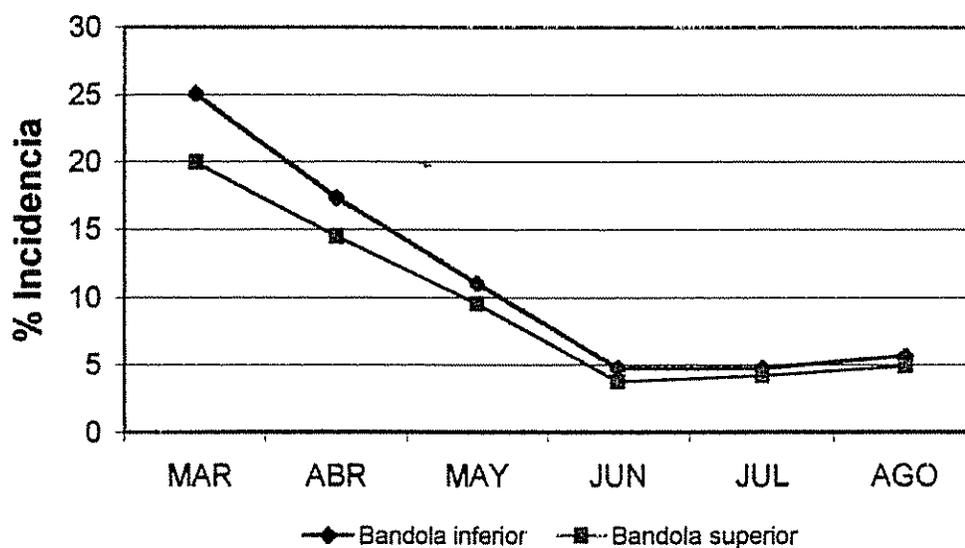


Figura 2. Incidencia de *Hemileia vastatrix* (Roya) para los estratos inferior y superior de la planta en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.

La parte inferior de la planta presenta un comportamiento similar al estrato superior (Figura 2) altas incidencias ocurren en la época de cosecha seguido de una disminución gradual de los niveles de infección, hasta el inicio de las lluvias en donde se presenta un aumento en la incidencia.

A pesar de la similitud en las curvas epidemiológicas, el porcentaje de incidencia más alto se mostró en el mes de marzo con un promedio de 25.08%, superando la incidencia del estrato superior. Esto sugiere que la enfermedad encuentra mejores condiciones para su desarrollo en el estrato inferior de la planta, donde el autosombreamiento es mayor (Monterroso 1999), se favorece la presencia de agua libre en las hojas y el proceso de germinación de las esporas (Avelino *et al.* 1997, Samayoa 1999).

Otros factores que afectan incrementos en la incidencia de la roya son altos niveles de acidez en el suelo, así como altos niveles de producción de los cafetales. (Avelino *et al.* 1997). Sin embargo, los análisis realizados mostraron que los suelos de la reserva natural Mirafior (Anexo 4A) presentan alta capacidad de intercambio catiónico efectiva, ph superiores a 5.8 y saturación de acidez 0. El efecto de la acidez no explica el comportamiento de la roya para este caso en particular.

No hubo diferencias significativas entre tipologías por lo cual el efecto del tipo de sombra no explica el comportamiento de la roya. No se encontró correlación entre la incidencia de la enfermedad y la nutrición de la planta ($p < 0.05$) (Anexo 12A).

4.3.2 *Mycena citricolor* (Ojo de gallo)

Hubo diferencias significativas para la incidencia de la enfermedad en el estrato o bandola donde esta fue evaluada (Anexo 5 A). La prueba de tukey muestra estas diferencias (Anexo 3 A). La mayor incidencia en promedio se presentó en la parte inferior de la planta (14.7%) mientras que en la parte superior alcanzó un 11% de infección.

En el mes de marzo se obtuvo la máxima incidencia para el estrato superior (14.2%), esta fue decreciendo paulatinamente hasta alcanzar un mínimo de 8.2%, en el mes de junio. Los máximos niveles de la enfermedad en este estrato,

concuerdan con el periodo de cosecha (diciembre a marzo). Esto debido posiblemente a la influencia de las lluvias del año anterior, las cuales pudieron propiciar condiciones adecuadas para alcanzar esta incidencia. El desarrollo de la enfermedad depende de las fluctuaciones de la lluvia y la humedad relativa ya que al incrementarse las lluvias, las lesiones en la hoja aumentan, y la fase de dispersión se facilita por la influencia de las gotas (Vargas *et al.* 1986, Samayoa 1999). Situación similar se observa en Mirafior, donde la incidencia de la enfermedad se incrementa con el inicio de las lluvias (junio-julio), alcanzando un nivel de 10.99% en agosto y con una tendencia hacia el incremento que dependerá básicamente de las condiciones ambientales y del inoculo residual del año anterior (Wang y Avelino 1999).

La alta incidencia del Ojo de gallo en los meses de cosecha puede deberse a que durante este periodo la planta destina los recursos para el llenado de frutos y los limita para el crecimiento y la defensa (Samayoa 1999).

La incidencia de la enfermedad es mayor en el estrato inferior de la planta, donde alcanza incidencias de 20.31% en los meses de cosecha, luego desciende hasta alcanzar un mínimo de 9.54% en Junio, con un incremento acelerado después del inicio de las lluvias (Figura 3).

La alta incidencia se puede atribuir a mayor humedad relativa en los estratos inferiores debido posiblemente a la estructura física de la planta, la densidad de siembra, el mal manejo de las plantaciones y los altos niveles de sombra (Anexo 8A).

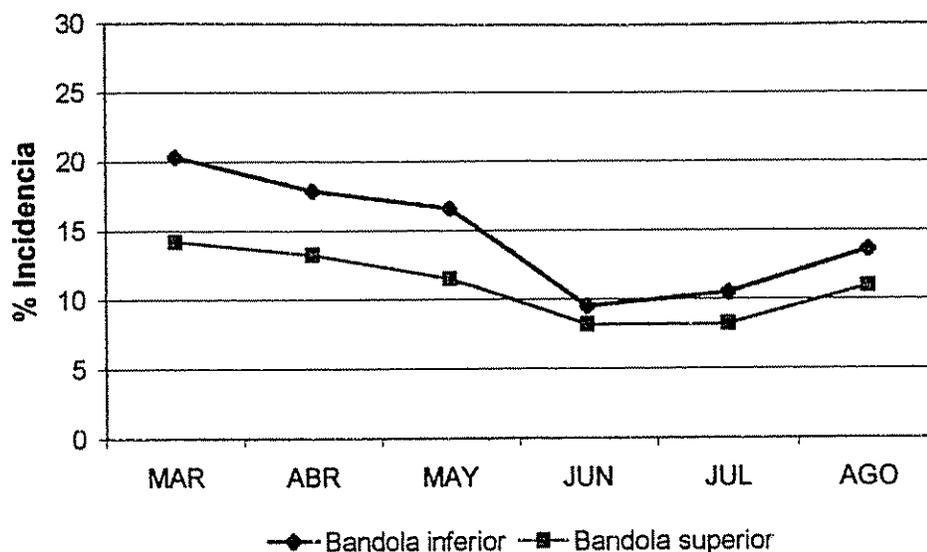


Figura 3. Incidencia de *Mycena citricolor* (Ojo de gallo) para los estratos inferior y superior de la planta en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.

Hubo diferencias significativas para la interacción entre la fecha de evaluación de la enfermedad y el tipo de sombra evaluado ($p < 0.05$) (Anexo 5 A). Se determinó una mayor incidencia promedio en cafetales bajo sombra de bosque (15.6%), seguido por cafetales bajo sombra de *Inga spp* (Guaba) (14.8%) y sombra de bosque con musáceas (9.9%). La menor incidencia se presentó en cafetales con sombra de musáceas (3.91%) (Figura 4).

Los cafetales bajo sombra de bosque, bosque con musáceas e *Inga spp* (guaba), presentaron los mayores porcentajes de sombra (Figura 5) lo cual pudo generar alta humedad relativa dentro del cafetal, limitar la entrada de luz así como la circulación del aire, esto impide el secado de las hojas, por lo que el proceso de infección de *M. citricolor* bajo estas condiciones aumenta (Wang y Avelino 1999). Los cafetales bajo sombra de musáceas presentaron el menor porcentaje de sombra (48.2%), lo que favorece la entrada de luz, la mayor aireación de la planta, el secado de las hojas y la menor incidencia de la enfermedad.

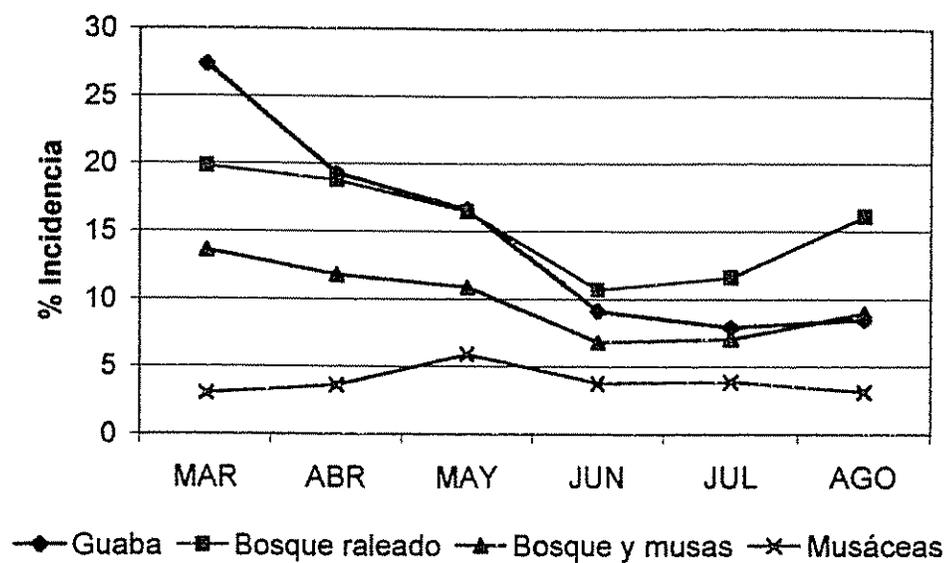
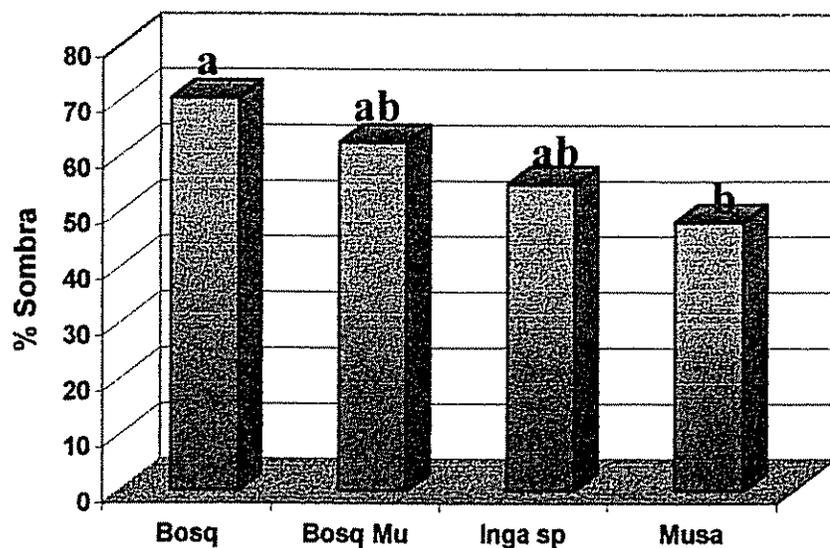


Figura 4. Incidencia de *Mycena citricolor* (Ojo de Gallo), en cafetales con diferentes tipos de sombra en la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.



Bosq = Bosque raleado; Bosq Mu = Bosque raleado y musáceas, Inga sp = Guaba; Musa = Musáceas

Figura 5. Porcentajes de sombra promedios de cada dosel de sombra evaluado en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.

4.3.3 *Cercospora coffeicola* (Chasparria)

C. coffeicola mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) para la parte o bandola donde fue evaluada (Anexos 3A y 6A). La enfermedad presentó un promedio de 2.75% de incidencia para la parte superior, alcanzando un máximo en marzo (5.5%) y un mínimo en junio (0.96%), a partir del cual la incidencia tiende a incrementarse de nuevo. Gran cantidad de investigaciones realizadas han asociado la incidencia de esta enfermedad con altos niveles de luz en los cafetales (Somarriba *et al.* 1993, Muschler 1997) y con deficiencias de potasio (Valencia 1998, Monterroso 1999, Guharay *et al.* 2000). Hay mayor incidencia de Chasparria en marzo, abril y mayo, los cuales concuerdan con la estación seca (Figura 6).

En el estrato inferior de la planta la incidencia para cada evaluación fue menor que en la parte superior de la planta. Monterroso (1999) menciona que la mayor actividad metabólica de la planta del café se presenta en el estrato superior pues es ahí donde se concentra la mayor producción, la mayor incidencia de luz y por ende la mayor incidencia de la enfermedad.

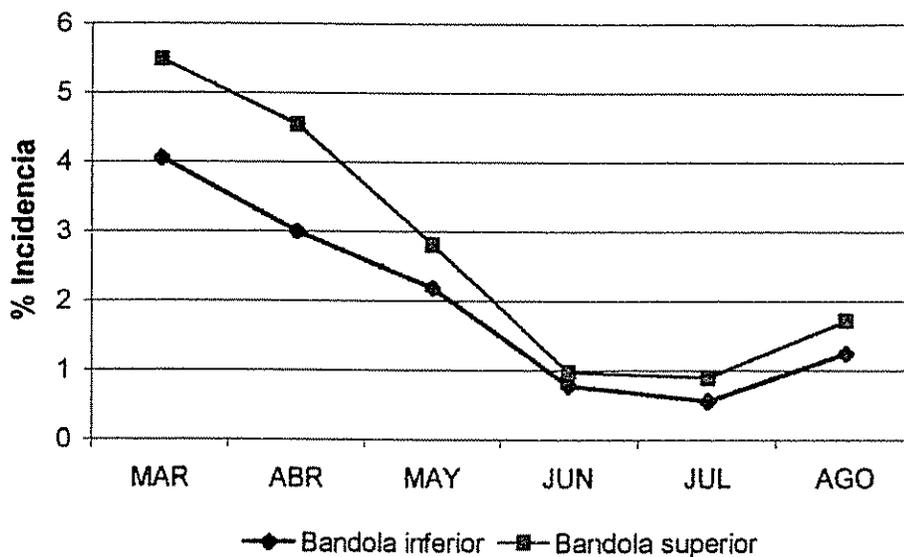


Figura 6. Incidencia de *Cercospora coffeicola* (Chasparria) para el estrato *inferior* y *superior* de la planta en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.

Hubo una interacción significativa ($p < 0.05$) entre el tipo de sombra y la fecha de evaluación (Anexo 6A). La mayor incidencia de *C. coffeicola* está influenciada por el tipo de sombra utilizado (Figura 7) alcanza la máxima incidencia cuando las plantaciones de café se encuentran bajo sombra de musáceas (13.2% en marzo) desciende hasta un mínimo de 2.4% entre los meses de mayo y junio, que coinciden con el inicio de las lluvias y por ende con una menor luminosidad incidente. La incidencia de la enfermedad es menor de 4 % para los cafetales que se encontraban bajo sombra de *Inga spp* (guaba), bosque raleado y bosque con musáceas, esto puede atribuirse a la forma de la copa que impide la entrada de luz. Además la fertilización y control de enfermedades en cafetales orgánicos y convencionales se realiza en los meses de abril, mayo y Junio lo que puede disminuir la incidencia de la enfermedad.

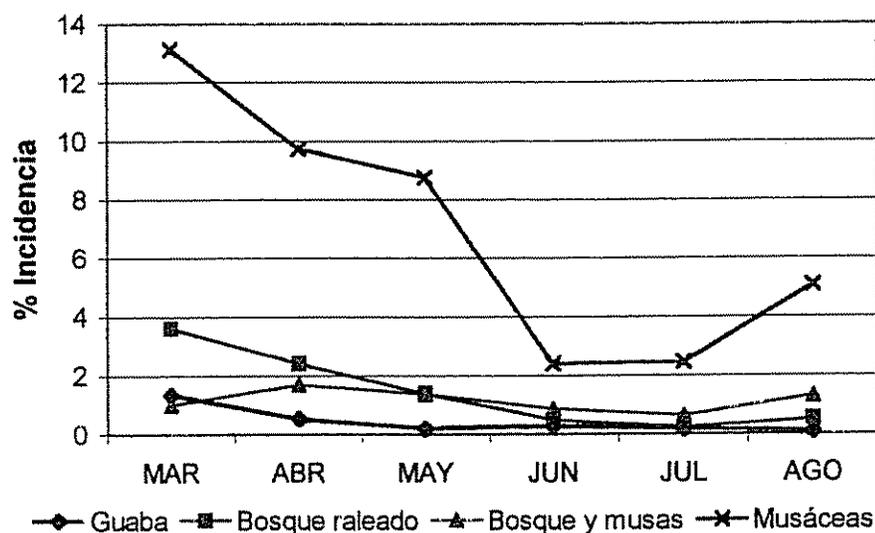


Figura 7. Incidencia de *Cercospora coffeicola* (Chasparria) en cafetales con diferentes tipos de sombra en la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.

Los cafetales bajo sombra de bosque y bosque con musáceas presentan porcentajes de sombra de 70.5% y 62.5% respectivamente (Figura 5), la *Inga spp* alcanza un porcentaje de 55%, mientras que las musáceas alcanzan el menor porcentaje de sombra (48.2%). Monterroso (1999) en la región IV de Nicaragua reportó incidencias de 5 % de la enfermedad en cafetales con sombra mayor al

60%. La sombra disminuyó el efecto de la enfermedad. La incidencia de *C. coffeicola* en cafetales con porcentajes de sombra entre 30 y 40 % alcanzó 10%.

Con porcentajes de 48.2% bajo sombra de musáceas (Anexo 8A) se encontró una incidencia promedio de 6.9%, por tanto al aumentar la cantidad de sombra la incidencia de la enfermedad disminuye y la tendencia se comprueba. Las parcelas bajo sombra de musáceas mostraron deficiencias de potasio en la planta, lo cual es asociado con aumentos en la incidencia (Valencia 1998) (Anexo 10 A).

Basado en estos resultados Monterroso (1999) sugiere un punto de equilibrio teórico para una producción sostenible de café, con mínima presencia de patógenos, en donde se alcanza 10% de incidencia en las enfermedades a 30% de sombra.

4.3.4 *Phoma costarricensis* (Derrite)

Hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) para el efecto de la fecha de evaluación de la enfermedad (Anexo 10A). La incidencia fue muy baja (1.59%) observándose un incremento entre los meses de junio y agosto, con el inicio de las lluvias y el aumento de la cantidad de hojas que sirven como sustrato para el ataque del patógeno (Figura 8) (Samayoa 1999).

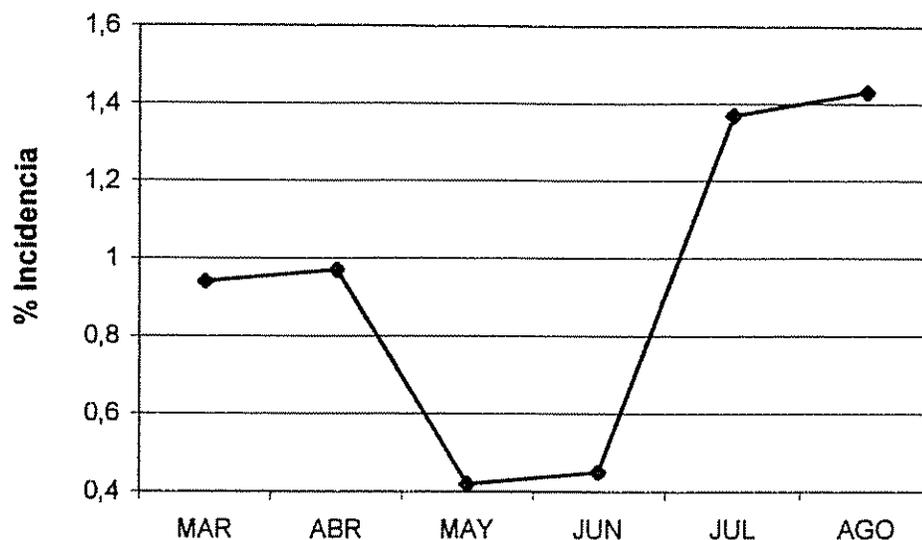


Figura 8. Incidencia de *Phoma costarricensis* (Derrite) en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.

4.3.5 *Colletotrichum sp* (Antracnosis)

Colletotrichum sp mostró diferencias significativas para el estrato o bandola donde fue evaluada la enfermedad (Anexo 11A). Esto puede ser atribuido a que el hongo causante de esta enfermedad presenta gran diversidad, poca especificidad al café y un amplio rango de hospederos donde desarrollarse (Torres *et al.* 1993).

La mayor incidencia de *Colletotrichum spp* se presenta en el estrato inferior de la planta y en las hojas viejas, alcanzando 0.68% de incidencia como máximo (Figura 9). En esta parte de la planta es donde se desarrolla más eficientemente la roya y al ser la Antracnosis un hongo con comportamiento saprofítico mas que patogénico, se ve favorecido por la cantidad de tejido afectado por la roya en esa zona (Samayoa 1999). Posteriormente la incidencia disminuye entre mayo y junio con el incremento de las lluvias, cuando aumenta el número de hojas nuevas las cuales son menos susceptibles al ataque de este hongo. Se reportan pérdidas en producción de 46% a causa de este patógeno en Matagalpa, región VI de Nicaragua, lo cual demuestra que el patógeno bajo condiciones ideales puede causar una epidemia (Góngora 1991).

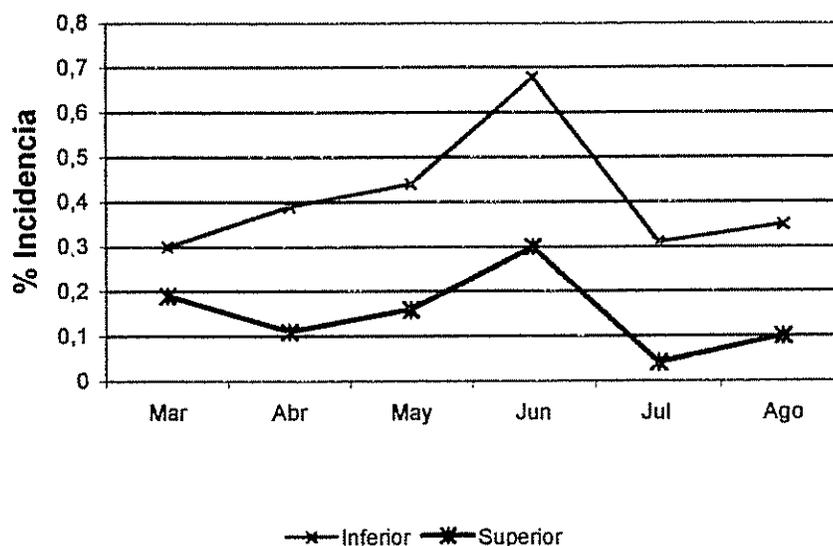


Figura 9. Incidencia de *Colletotrichum sp* (Antracnosis) en el estrato inferior y superior de la planta en cafetales de la reserva natural Miraflores, Estelí, Nicaragua.

4.4 Determinación de las tipologías cafetaleras

4.4.1 El productor

Las fincas cafetaleras en la reserva natural Miraflores son administradas mayormente (74%) por el propietario o sus hijos (13%); sólo 12% de las fincas son manejadas por capataces asalariados. Los propietarios tienen promedio de 50 años de edad, con una experiencia en el cultivo del café de 13.5 años. El 68% de los productores poseen una finca y ninguno maneja más de cuatro fincas. El 90% de los productores afirman que la finca es su principal actividad.

4.4.2 La Finca

El tamaño de las fincas oscila entre 0.7 y 350 ha, con promedio de 45 ha. Sin embargo la utilización de la mediana (25 mz = 17 ha) resulta ser un mejor parámetro de tendencia central ya que la mayoría de las fincas pequeñas se ubican por debajo del tercer cuartil, lo que indica que existen muy pocos productores con fincas grandes. El área de la finca dedicada a café presenta una mediana de 2.1 ha. El 71% de los productores consideran al café como la principal actividad de la

fincas, 16% de los productores priorizan las hortalizas y granos básicos (papa, tomate, chile, repollo, maíz y frijol) y un 13% la ganadería.

El frío es considerado como el principal problema de los cafetales (48%), seguido por condiciones de viento excesivo (45%) y el exceso de lluvia en los meses de invierno (42%). Estas condiciones son consideradas óptimas para el desarrollo y diseminación de enfermedades Roya, Ojo de Gallo y el Derrite (Rao y Tewari 1989; Samayoa 1999). El 32 % de los productores consideró que no existe una adecuada red vial y apenas 3% reportaron no tener problemas.

4.4.3 El cafetal.

Existen tres tipos de cafetales en Miraflores: Los convencionales (42%), los orgánicos (32%) y los tradicionales (26%). Las pendientes de estas fincas oscilan entre 2% y 70%, con un promedio de 29%, se ubican a una altitud promedio de 1222m (953-1400m), utilizan variedad caturra (47%) o catuai (42%); pocas utilizan Catimor, Arabigo y Maracaturra. La edad promedio de los cafetales es de 8.2 años, pero existen muchos cafetales nuevos.

La producción promedio fue de 19.51qq oro/ha con un rango entre 3 qq - 50 qq; las fincas convencionales (fincas con un manejo basado en agroquímicos) presentaron un promedio de 24.3 qq oro/ha, las orgánicas de 18.1 qq oro/ha y las tradicionales (mínimo uso de agroquímicos) de 13.5 qq oro/ha. Se pueden clasificar como tradicionales o semitecnificados por sus rendimientos (PANIF 1988). La densidad de siembra varía entre 3000 -5000 plantas/ha, con un promedio de 4277 plantas/ha.

4.4.4 Manejo del cafetal.

En el cuadro 2 se resumen las actividades de manejo de los cafetales. La mayoría de los productores realizan entre tres y seis actividades de manejo (16% y 22% respectivamente), el 3% de los productores realizan ocho y sólo un 3% realizan dos. El control de malezas en Miraflores es muy variable, 45% de los productores la realizan dos veces al año, 29% tres veces al año, los demás productores presentan una dispersión en la realización de esta actividad.

El 46% de los productores aplican fertilizantes químicos (18-5-15-6-2, 18-6-12, 12-30-10, 20-20-0 ó Urea) dos veces al año. El 38% fertiliza una vez al año y

15% no fertiliza. El 15% aplica fertilizantes foliares (super green, 20-20-20, Bayfolán) dos veces al año. Pocos aplican insecticidas como el Decis (deltametrina) en forma conjunta con el foliar.

El 80% de los productores orgánicos aplican bocashi o compost una vez al año (90 qq/ha). El 10% lo hacen dos veces y 10% restante tres veces. Las aplicaciones de fertilizantes orgánicos se inician con la entrada de las lluvias. El 80% de los productores no aplican fertilizaciones foliares orgánicas, los restantes aplican estiércol líquido.

La regulación de sombra es realizada por el 19% de los productores entre los meses de febrero a abril, un periodo seco en el cual los árboles extraen mucha agua, el 61% la realizan entre mayo y noviembre cuando las lluvias han iniciado con el objetivo de limitar el desarrollo de enfermedades. El 19% de los productores no regulan sombra.

Un 48% realizan poda selectiva por planta, mientras que el 3% poda los cafetales por lote. La población restante (48%) no realizan poda de cafetos, quizás debido a que son cafetales nuevos que aún no han requerido de esta labor. Posterior a la poda se realiza la deshija, entre los meses de febrero y junio.

El 42% de los entrevistados controlaron enfermedades utilizando productos químicos (cobre), u orgánicos (estiércol líquido de ganado para producir un efecto antagónico en la hoja). Esta labor se ejecuta en los meses de invierno (mayo-diciembre); 52% de los productores no controla enfermedades.

El periodo de cosecha en Miraflores se inicia en el mes de noviembre en las zonas de menor altitud y se extiende hasta el mes de marzo para las fincas de mayor altitud.

Cuadro 2. Cronograma de actividades en cafetales de la reserva natural Mirafior, Estelí, Nicaragua.

ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
CONTROL MALEZAS	●	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	▶
FERTILIZACIÓN		●	-----	-----	▶	●	-----	-----	-----	-----	-----	▶
FERTILIZACION FOLIAR	●	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	▶
REGULACIÓN SOMBRA		●	-----	▶	●	-----	-----	-----	-----	-----	-----	▶
PODA		●	-----	▶								
DESHIJA		●	-----	-----	-----	▶						
CONTROL ENFERMEDADES					●	-----	-----	-----	-----	-----	-----	▶
COSECHA											●	-----

-----▶ = Actividad realizada con mucha variabilidad en la reserva.

4.4.5 Matriz de correlación

Se detectaron correlaciones significativas en los siguientes pares de variables: 1) superficie de la finca-área de café ($r=0.74$, $P=0.0001$); 2) pendiente de la finca – pedregosidad ($r=0.41$, $P=0.02$); 3) cantidad de árboles de sombra – cantidad de musáceas ($r=-0.62$, $P= 0.0002$); 4) cantidad de árboles de sombra – riqueza de especies ($r= 0.62$, $P= 0.002$); 5) poblaciones de árboles por parcela – cantidad de árboles de sombra ($r=-0.47$, $P= 0.007$); 6) cantidad de cítricos – cantidad de frutales por parcela ($r=0.81$, $P=0.0001$); 7) Índice de simpson – cantidad de árboles de leña ($r=-0.48$, $P=0.005$) y 8) fertilizantes - mano de obra ($r=0.47$, $P=0.007$).

De estas variables se eliminó la superficie de la finca pues el ajuste fue alto, indicando una relación estrecha entre las variables. Las restantes variables se retuvieron para el análisis tipológico pues en la mayoría de casos los coeficientes de correlación son bajos y las variables son muy importantes para el estudio del dosel. En conclusión el estudio se inició con 27 variables y se terminó con 26.

4.4.6 Análisis de componentes principales.

Diez componentes principales descuentan el 82% de la variabilidad total (Anexo 14A). El primero, tercer y cuarto componentes contienen las variables del dosel de sombra (población de musáceas, riqueza de especies, población total de árboles por parcela, cantidad de árboles de sombra, poblaciones de cítricos, frutales y leña). El segundo, séptimo y noveno presentan un fuerte peso a variables relacionadas con el manejo de los cafetales (costos totales de fertilizantes, fungicidas, herbicidas y materiales como plantas de resiembra). Por último, los componentes quinto, sexto, octavo y décimo tienen pesos mayores en variables relacionadas con aspectos propios de la finca y del productor, (número de fincas, producción, pendiente, piedras, mano de obra, años de experiencia, área de los cafetales y número de meses secos) (Anexo 15A). Se observa que no existe una variable o combinación de variables que domine sobre las otras en forma clara.

Se obtuvieron cinco grupos, en el primer conglomerado se encontraron 18 fincas, en el segundo y tercero cuatro fincas, el cuarto tres y quinto dos fincas. La prueba de Lambda y wilks mostró diferencias significativas. Los conglomerados uno y tres se encuentran cercanos entre sí, así como el uno y cinco y cinco y dos. El conglomerado cuatro difiere de todos los demás (Cuadro 3). La validación cruzada mediante el análisis discriminante presentó un error de 61%.

Cuadro 3. Matriz de distancias generalizadas al cuadrado $D^2(i/j) = (X_i - X_j)'COV^{-1}(X_i - X_j)$ entre pares de conglomerados.

CONGLOMERADO	1	2	3	4	5
1	0				
2	1009	0			
3	298	2162	0		
4	1991	4124	1517	0	
5	444	550	1220	3247	0

Dos variables canónicas son suficientes para diferenciar los grupos (Cuadro 4) la primera variable canónica (CAN 1) descuenta un 71% de la variabilidad entre los grupos y explica que las fincas que están por encima de este, presentan la mayor utilización de herbicidas. El 23% de la variabilidad es explicada por el CAN 2, clasifica fincas que tienen muchos árboles maderables, con aplicaciones altas de

fertilizantes (orgánicos y químicos) y que utilizan distintos materiales como plantas de resiembra (Anexo 16A). Las fincas ubicadas en la parte negativa del CAN 2, se caracterizan por poseer pocos o no tener árboles maderables, con aplicaciones bajas de fertilizantes y casi no resiembran.

Cuadro 4. Análisis discriminante canónico para los conglomerados establecidos.

CAN⁺	Correlación canónica	Valor propio	Proporción acumulada
1	0.9984*	313.22	0.7139
2	0.9950*	99.82	0.9415

CAN⁺=Variable canónica

* =Significativo (P<0.05)

Las fincas localizadas en el conglomerado dos presentan los mayores costos en insumos como fertilizantes y fungicidas, no aplican herbicidas, utilizan mucha mano de obra, poseen la mayor cantidad de especies maderables en el dosel por el hecho de ser bosques raleados en donde se plantó café, se ubican a la mayor altitud, poseen baja densidad de cafetos, de producción intermedia, realizan resiembra. Sus propietarios son los productores menos experimentados con cafetales recientes dedicados a la producción orgánica (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de las variables por tipologías de cafetal.

Variables	Conglomerados				
	1	2	3	4	5
n =26					
Dosel					
Somb	20.16	18.75	6.50	24	5
Made	0.33	6.0	0	3.33	1.5
Citr	0	0	0	0	1.5
Musa	7.72	0	124.75	37.00	50.50
Frut	0.44	0	0	0	4.5
Fire	1.88	0	0	0	0
Riqueza	8.50	9.50	4.75	13.0	9.50
Plotpop	31.0	24.75	131.25	65.0	66.50
Simpson	0.77	0.65	1.00	0.80	0.60
Finca					
Yearexp	13.66	7.5	13.50	18.33	14.50
Areamez	7.84	2.87	2.75	6.16	21.50
Yield	11.75	16	17.25	7.66	28
Fincas	1.22	1.25	2.00	1.66	1.5
Numactiv	1.22	1	1	1	2
Verano	4.11	4.25	4	3.66	3
Altitud	1208	1300	1259	1254	1067
Slope	32.44	12.25	34.25	34.33	16.50
Piedras	6.72	3	3.25	1.66	2.50
Cafetomz	3188	3100	2312	2766	2736
Otros	0.44	0	0	0.66	3.5
Manejo					
Fert	58.05	423	34	144.66	52
Fung	11.61	801	3.25	3	1
Herb	0	0	10.25	81	0
Inse	0	0	5	0	0
Mano	114.05	168.25	82.50	52	77.50
Mate	5.16	27.50	0.	51	0

Somb=cantidad de árboles de sombra, Made= No de árboles maderables por parcela, Citr= No de árboles de cítricos, Musa= No de tallos de musáceas, Frut= No de árboles frutales, Fire=No de árboles para leña, Riqueza= Riqueza de especies, Plotpop= Población total de especies por parcela(1000 m²), Simpson= Índice de simpson, Yearexp= años de experiencia, Areamez= Área en manzanas de café, Yield=producción (qq oro/mz), Fincas=Número de fincas, Numactiv= Número de actividades realizadas, Verano= Meses de Verano en la finca, Altitud= altitud de la finca, Slope= pendiente, Piedras= % de piedras, Cafetomz=Densidad de cafetos por manzana, Otros=Postes, medicinales, Fert=fertilizantes usados, Fung= Fungicidas, Herb=Herbicidas, Inse=Insecticidas, Mano= Mano de obra utilizada, Mate= Materiales (plantas de resiembra)

El conglomerado uno agrupa fincas con muchos árboles para leña, controlan manualmente las malezas, aplican fungicidas y fertilizantes, alta densidad de cafetos, mayor pedregosidad, la resiembra no es común y son fincas de producción intermedia con respecto a los demás grupos (16 qq).

Las fincas pertenecientes al conglomerado tres se caracterizan por poseer la mayor cantidad de musáceas en el dosel de sombra, las mayores

poblaciones totales de especies por parcela (influenciada por las musáceas), baja riqueza y diversidad (simpson = 1), la más baja densidad de cafetos por hectárea (3303 plantas/ ha = 2312 plantas /mz), son las fincas más pequeñas, de bajos insumos, no resiembran y aplican la menor cantidad de fertilizantes. A pesar de esto, son los únicos que usan insecticidas.

El conglomerado cuatro posee fincas con la mayor riqueza de especies, mayor cantidad de árboles de sombra, mayor pendiente, con el mayor uso de herbicidas, aplicaciones altas de fertilizantes, la mayor cantidad de plantas de resiembra, la menor cantidad de mano de obra utilizada y a la vez con la menor producción de todos los grupos formados. Se caracterizan por poseer los dueños de más experiencia en café.

Por último el conglomerado cinco es el único que posee fincas con cítricos, además de maderables, musáceas y la mayor cantidad de frutales como parte del dosel, presentan el menor porcentaje de sombra de los grupos formados, son las más diversas (simpson=0.6), no utilizan herbicidas, no resiembran, aplican fertilizantes en bajas cantidades, se ubican en la zona más baja del área productora de café de Miraflor (1067), con un verano de tres meses de duración, son fincas grandes y con la mayor producción de todos los grupos formados (Figura 10).

Las fincas más pequeñas (2.75 mz = 1.9 ha) son las menos diversas gracias a la gran cantidad de musáceas que conforman el dosel de sombra. Las fincas más grandes son las más diversas, ricas y de baja intensidad de manejo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Escalante (datos sin publicar) en estudios tipológicos realizados en El Salvador pero no coinciden con los obtenidos por Espinoza (1983) y Llanderal (1998) en Costa Rica, Villatoro (1986) en Guatemala, Benacchio (1987) en Venezuela y Bonilla (1999) en el pacífico de Nicaragua en donde las fincas más pequeñas son las más diversificadas con una baja intensidad de manejo.

Dado que los cafetales se encuentran ubicados en una reserva natural, en la cual el manejo de los recursos naturales es objeto de regulaciones por parte del

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), se ha planteado un modelo de desarrollo por parte de instituciones involucradas como el PANIF (Proyecto Ambiental Nicaragua Finlandia) y el MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales) basado en la producción sostenible con un mínimo impacto sobre los recursos naturales presentes. Los cafetales bajo sombra de bosque, con regulaciones adecuadas del dosel, proporcionan condiciones propicias para el desarrollo del café y a la vez sirven de refugios para la biodiversidad asociada como pájaros, artrópodos, epífitas y parásitas (Perfecto *et al.* 1996, Nestel *et al.* 1993), lo que favorece la producción y la conservación.

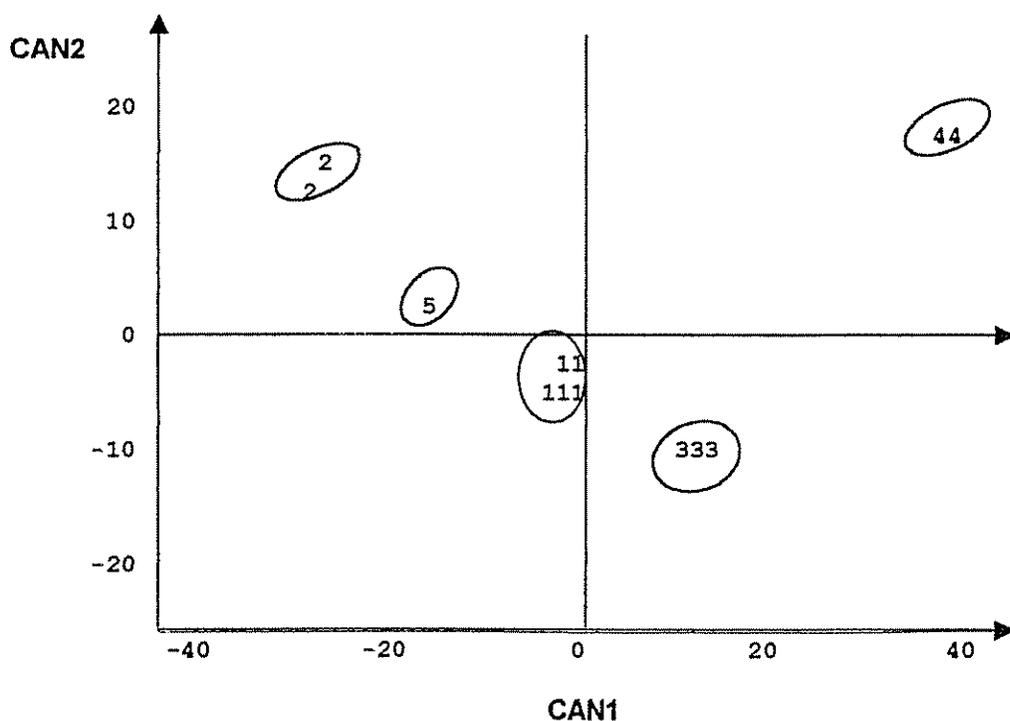


Figura 10. Representación de las variables canónicas CAN1 * CAN2, y los cinco conglomerados formados.

En resumen este análisis permitió establecer cinco tipologías cafetaleras producto de la combinación de variables del dosel de sombra, del manejo, de la finca y el productor. Sin embargo el agrupamiento se basó principalmente en los doseles de sombra. Los resultados fueron muy similares a la clasificación visual de doseles previamente realizada, con la única variante que este análisis separó las fincas que poseían frutales y cítricos como parte del dosel, por tanto se obtuvo un nuevo grupo.

4.5 Consideraciones generales para la producción de café en la RNMM.

En Miraflores los cafetales se pueden clasificar en convencionales orgánicos y tradicionales. Los convencionales aplican principalmente fertilizantes químicos, aunque las cantidades son muy bajas (8 qq/ha/años de fórmula completa) lo cual se refleja en la producción (24 qq/ha). Se observó que la producción orgánica de café ha tomado auge en la zona, principalmente por que se ajusta bien al interés de desarrollo sostenible que se busca para el área protegida y por los mejores precios que este ofrece en el mercado.

Las fincas tradicionales son las que producen menos (13 qq/ha) y su manejo se basa únicamente en el control de malezas y el manejo de la sombra de ahí que la producción sea baja. En muchos de los cafetales de Miraflores las condiciones del cultivo no son las más apropiadas, la mayoría de los productores no tienen los medios económicos necesarios para un manejo adecuado del café, además los productores requieren capacitación en el manejo y establecimiento del cultivo, principalmente en sistemas de poda y en el manejo de la sombra. Por tanto, el financiamiento externo es indispensable para estimular la caficultura en Miraflores y alcanzar un nivel que asegure su sostenibilidad.

De las enfermedades más importantes observadas en los cafetales de la RNMM, la roya presentó una incidencia promedio del 11 % durante la época seca lo que puede provocar pérdidas de producción. En Guatemala se observó que niveles de 16% de severidad en de hojas jóvenes enfermas producen pérdidas en producción del 21% resultado de la infección acumulada (Avelino *et al.* 1993).

Además se esperaría que la roya aumente en los meses de setiembre a diciembre debido a que en este período la planta aumenta la cantidad de hojas y la humedad relativa es mayor, lo que favorece el patógeno. Sin embargo como la enfermedad disminuye con la altitud (Avelino *et al.* 1991) se esperaría una menor incidencia en sitios como Puertas Azules, El Cebollal y el Zacatón que superan los 1300m. En lugares más bajos como El Sontule, Las Naranjas, Las Lagunetas, El Cebollal Abajo y El Jilguero el manejo de esta enfermedad debe ser sujeto de mayor atención.

La incidencia de *M. citricolor* fue mayor en cafetales con sombra de bosque raleado, bosque raleado y musáceas y bajo sombra de *Inga* spp (guaba), en estos sistemas los porcentajes de sombra son los mayores (50-70% en promedio), la temperatura es más baja y la humedad relativa mayor. Estudios realizados por Bonilla en El Salvador (1979) y por Vargas *et al.* (1986) en Costa Rica mostraron que el desarrollo de la enfermedad depende de la fluctuación de las lluvias y la humedad relativa. Es más severa en cafetales viejos, sin poda o bajo sombra excesiva, presenta un pico de infección en los meses de mayor precipitación y decae durante los meses secos (Wang y Avelino 1999). Sin embargo, si existen condiciones de rocío puede que la incidencia se mantenga alta durante este periodo. Los cafetales en Mirafior manifiestan este comportamiento pues en los meses de marzo y abril se obtuvo la mayor incidencia (25%). Estos resultados sugieren que la enfermedad puede ser particularmente importante en las zonas altas como El Cebollal, Puertas Azules y el Zacatón, por este motivo es necesario el manejo del dosel de sombra en estos lugares para permitir mayor entrada de luz y reducir la humedad relativa durante los periodos de máxima precipitación.

Además estudios realizados en Costa Rica demuestran que el inóculo primario es importante en el desarrollo de *M. citricolor*, pues en presencia de inóculo primario alto el desarrollo de la enfermedad puede rápidamente alcanzar picos de infección que causan defoliaciones severas y pérdidas importantes de la producción (Vargas *et al.* 1990). Por lo que es recomendable el manejo malezas hospederas alternas del patógeno.

La incidencia de *C. Coffeicola* (13%) fue mayor en cafetales bajo sombra de musáceas, donde se observaron porcentajes de sombra de 48%. Las altas incidencias son típicas de cafetales bajo sol y de climas húmedos y calientes, condiciones que se presentan en cafetales con mucha incidencia de luz en época de lluvias. Por lo tanto *C. coffeicola* se puede considerar como la más importante bajo este sistema. Diversos estudios han demostrado que la incidencia del hongo puede ser reducida por el uso de sombra (Nataraj y Subramanian 1975, Monterroso 1999, Muschler 1997). Por lo tanto el establecimiento de otras especies en el dosel (no deciduas) para aumentar los porcentajes de sombra permitiría el manejo de esta enfermedad importante que bajo otras condiciones exige

aplicaciones de fungicidas y fertilizantes para su control (Samayoa 1999). Además, la incorporación de especies para sombra permanente en cafetales bajo sombra de musaceas podría servir de protección contra el frío reportado por los productores como problema limitante del cultivo (Caramori *et al.* 1996).

En Mirafior el manejo de las enfermedades se realiza principalmente durante la estación lluviosa (mayo-diciembre) para esto utilizan estiércol líquido de ganado con el objetivo de establecer antagonistas en el filoplano que limiten el desarrollo de las enfermedades. Los mecanismos de acción de los agentes de control biológico incluyen la acción directa del patógeno a través de la antibiosis, competencia por nutrimentos y el parasitismo (Morris y Rouse 1985). Esta opción de manejo de patógenos está recibiendo mayor atención por el énfasis actual en la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola, que tiende a reducir el uso de productos agroquímicos en los sistemas (Johnson 1994). Sin embargo, lo que hacen los productores de la reserva provoca que los microorganismos que llegan a la superficie de las hojas estén expuestos a la influencia directa de los factores climáticos, principalmente radiación y precipitaciones intensas y frecuentes que provocan pérdidas por lavado (Andrews 1992, Blakeman 1993). Por estas razones en las fincas cafetaleras de Mirafior es recomendable iniciar las aplicaciones de microorganismos benéficos antes del inicio de las lluvias para favorecer su establecimiento.

La germinación de las uredosporas y de las gemas de *H. vastatrix* y *M. citricolor* respectivamente dependen en gran medida de la presencia de agua libre en la hoja (Wang y Avelino 1999, Avelino *et al.* 1999) por lo que cualquier práctica cultural tendiente a reducir la humedad dentro de los cafetales también reducirá el desarrollo de la enfermedad. Las prácticas que se pueden llevar a cabo son: la poda por surco, la deshija, el control de malezas y la regulación de la sombra (Wang y Avelino 1999).

En cuanto al manejo del dosel con el propósito de desfavorecer las enfermedades se recomienda seguir los siguientes criterios: Reducir la sombra de las especies más abundantes en los cafetales de Mirafior sin afectar la riqueza de los doseles (Anexo 13A); el material del dosel de sombra eliminado debe tener

utilidad económica o social para el productor, eliminar especies consideradas como competitivas para el café y por último proteger especies endémicas de Miraflores y aquellas que presenten un valor ecológico para la fauna (hábitat y fuentes de alimento).

5. CONCLUSIONES

- ✓ Se determinaron cuatro doseles de sombra en los cafetales de la reserva Natural Miraflor Moropotente.
- ✓ Se determinaron 69 especies en el dosel de sombra, las más abundantes fueron: (*Musa spp*), *Inga oerstediana* (Guaba), *Sapium glandulosum* (Lechoso), *Inga punctata* (Guaba negra), *Persea caerulea* (Aguacate Colorado), *Cinnamomun costaricanum* (Aguacate Canelo) y *Ocotea helicterifolia* (Aguacate Pachón).
- ✓ La incidencia de *C. coffeicola* y *M. citricolor*, varió de acuerdo a los tipos de doseles presentes en el área evaluada.
- ✓ *C. coffeicola* fue más importante en cafetales con sombra de musáceas donde se observó mayor incidencia de luz.
- ✓ *M. citricolor* presentó una mayor incidencia en cafetales ubicados bajo sombra de bosque, con menor incidencia de luz.
- ✓ Se observó diferencias de incidencia de *C. coffeicola* y *M. citricolor* entre los estratos superior e inferior de la planta. En el caso de *C. coffeicola* la mayor incidencia se presentó en el estrato superior mientras que *M. citricolor* en la parte inferior de la planta de café.
- ✓ La incidencia de *H vastatrix* (Roya) no varió entre los doseles de sombra estudiados, presentó incrementos en la incidencia de acuerdo a la fecha en que fue evaluada la enfermedad y aumentó a partir del inicio de las lluvias. La mayor incidencia se observó en el estrato inferior de la planta.
- ✓ La incidencia de las enfermedades no correlacionó con la cantidad de nutrientes en la planta ni con los porcentajes de sombra del dosel.
- ✓ La incidencia de las enfermedades fue baja, lo que puede deberse a que el periodo de evaluación en su mayoría comprendió la época seca.

- ✓ Los principales problemas para el cultivo del café son las temperaturas bajas, el viento excesivo y altas precipitaciones en la época lluviosa.
- ✓ Se identificaron cinco tipologías cafetaleras en Miraflores: 1) cafetales con altas poblaciones de especies maderables, en zonas más altas y con altos insumos (orgánicos); 2) cafetales con muchos árboles para leña, mayor densidad de plantación y bajos insumos; 3) Cafetales con muchas musáceas, menos diversos, menor densidad de plantación de cafetos, de bajos insumos; 4) cafetales con mayores cantidad de árboles de sombra, mayor riqueza, mayor pendiente y menor producción; 5) Cafetales con cítricos y frutales en el dosel, más diversos con la mayor producción (28 qq/ha), menor altitud y bajos insumos.
- ✓ Variables propias del dosel como: cantidad de árboles maderables, cantidad de musáceas, cantidad de especies para leña, porcentajes de sombra, riqueza, cantidad de cítricos y frutales, variables propias de la finca como: años de experiencia del productor, producción, altitud y pendiente, propias del manejo como: fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas y mano de obra son factores importantes en la determinación de las tipologías cafetaleras de la reserva Miraflores.

5.1 Recomendaciones

- El manejo de las enfermedades debe iniciarse antes de la entrada de las lluvias como medida profiláctica, para evitar que la enfermedad alcance su máxima incidencia durante el periodo de llenado de la fruta y la cosecha .
- Se recomienda realizar este estudio durante todo el ciclo del cultivo, para obtener mayor información sobre las variaciones del clima y generar así más conocimiento sobre el comportamiento de las enfermedades.
- En estudios posteriores se recomienda evaluar la producción de café para determinar el efecto de las enfermedades en el rendimiento del cultivo.
- Manejar el dosel de sombra, para lograr condiciones menos favorables para el desarrollo de las enfermedades, sin afectar la diversidad presente en el área de estudio.

6. LITERATURA CONSULTADA

- Andrews, J.H. 1992.** Biological control in the phyllosphere. *Annual Review of Phytopathology*, 30: 603-635.
- Avelino, J.; Muller, R.A.; Cilas, C.; Velasco, H. 1991.** Développement de la rouille orangée dans des plantations en cours de modernisation plantées de variétés naines dans le Sud-Est du Mexique. *Café Cacao Thé* 35 (1): 21-42.
- _____.; **Toledo, J.C.; Medina, B. 1993.** Développement de la rouille orangée (*Hemileia vastatrix*) dans une plantation du Sud-Ouest du Guatemala et évaluation des dégats qu'elle provoque. *In* 17 Colloque Scientifique International sur le café, Montpellier, France, 6-11 juin 1993 France, ASCI. p 293-302.
- _____.; **Seibt, R.; Zelaya, H.; Ordoñez, M.; Merlo, A. 1997.** Encuesta diagnóstico sobre la roya anaranjada del cafeto en Honduras. *In* Simposio Latinoamericano de Caficultura (18, 1997, San José, Costa Rica). *Memorias*. San José, Costa Rica, IICA-PROMECAFE. p 379-385. (Serie de ponencias, resultados y recomendaciones de eventos técnicos. No A1/SC-97-05).
- _____.; **Muller, R.; Eskes, A.; Santacreo, R.; Holguin, F. 1999.** La Roya anaranjada del cafeto: mito y realidad. *In* Bertrand B & Rapidel B, (eds) *Desafíos de la caficultura en centroamérica*. PROMECAFE: CIRAD: IRD: CCCR-France. San José, Costa Rica IICA, pp 193-241.
- Akkerman, A.; Van bar, P. 1992.** El café orgánico: la sostenibilidad de un grano de oro, San José, C.R. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural-Universidad Libre de Amsterdam 18p.
- Barradas, V.; Fanjul, L. 1986.** Microclimatic characterization of shaded and open-growth coffee (*Coffea arabica* L) plantations in Mexico. *Agricultural and Forest Meteorology* 38: 101-112.
- Blakeman, J.P. 1993.** Pathogens in the foliar environment. *Plant Pathology* 42: 479-493.
- Beer, J.; Muschler, R.; Kass, D.; Somarriba, E. 1998.** Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38: 139-164.
- Benacchio, S.S. 1987.** La diversificación de la producción en áreas cafetaleras: el plan de desarrollo, sus enfoques y perspectivas. *FONAIAP Divulga* No 26:12-16.
- Bonilla, G. 1999.** Tipologías cafetaleras en el Pacífico de Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p1-44.

- Bonilla, J.C. 1979.** Estudio de la epifitología del ojo de gallo causada por el hongo *Omphalia flavida*. Instituto Salvadoreño de Investigaciones en Café 3: 42-45.
- Boyce, J.K.; Fernández, A.; Furst, E.; Segura, E. 1993.** Sustentabilidad de la producción cafetalera costarricense y conveniencia del café orgánico como alternativa. Borrador de Informe final. Maestría en Política Económica. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. p. 2-87.
- _____; **Fernández González, A.; Furst, E.; Segura Bonilla, O. 1994.** Café y desarrollo sostenible: Del cultivo agroquímico a la producción orgánica en Costa Rica, Heredia, Costa Rica. EUNA. 248 p.
- Briones, I.; Mendoza, R.; Monterroso, D. 1995.** Análisis epidemiológico de dos enfermedades contrastantes en el sistema café de la región I de Nicaragua. *In* Avances Técnicos Tomo VI. Proyecto CATIE-INTA/MIP(NORAD) 34-38.
- Cadena, G. 1982.** Diseminación de *Hemileia vastatrix* Berk y Br. *In*. Taller sobre Roya del cafeto. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Manizales, Abril 12-17. 1-27.
- Calderón, P.; Monterroso, D. 1994.** Estudio epidemiológico de las enfermedades del cafeto en tres niveles tecnológicos en la Región IV de Nicaragua. *In* Avances Técnicos en el manejo de Plagas de Café 1991-94. Proyecto MIP. CATIE-INTA/(NORAD-ASDI) p101-102.
- Campbell, C. 1984.** The influence of overhead shade and fertilizers on the Homoptera of mature Upper- Amazon cocoa trees in Ghana. Bulletin Entomological Research 74: 153-174.
- Caramori, P.H.; Androcioll Filho, A.; Leal, A.C. 1996.** Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth. For frost protection in southern Brazil. Agroforestry Systems 33: 205-214.
- Carvajal, J. 1984.** Cafeto, cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. 254p.
- Castaño, A. 1951.** Principales causas predisponentes para la enfermedad de la gotera en nuestros cafetales. Revista Cafetalera de Colombia 10: 3750-3756.
- Castro, F.; Montenegro, L.; Avilés, C; Moreno, M.; Bolaños, M. 1961.** Efecto del sombrío en los primeros años de un cafetal. Turrialba. (Costa Rica). (3): 10, 81 - 102.
- Clemens, H. 1992.** La producción de café orgánico: ¿Una alternativa para los pequeños agricultores Nicaragüenses?. Revista de Economía Agrícola. No 4: 16-21.

- Elzakker, B. 1995.** Principios y prácticas de la agricultura orgánica en el trópico. San José, Costa Rica, Fundación Guilombe. p87-96.
- Escalante, E.E.; Aguilar, A.; Lugo, R.1987.** Identificación, evaluación y distribución de especies utilizadas como sombra en sistemas tradicionales de café (*Coffea arabica*) en dos zonas del estado de Trujillo. Venezuela Forestal 3 (11). 50-62.
- Espinoza, P.L. 1983.** Estructura general de cafetales de pequeños agricultores. In Heuveldop, J. y Espinoza, L. (eds). El componente arbóreo en Acosta-Puriscal, Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 72-84
- Espinoza, L. 1986.** El componente arbóreo en el sistema agroforestal "Cafetal arbolado" en Costa Rica. El Chasqui No. 12: 17-22.
- Eskes, A.B. 1982.** The effect of light intensity on incomplete resistance of coffee to *Hemileia vastatrix*. Plant Pathology 88: 191-202.
- Figueroa, R.; Fischersworing, B.; Rosskamp, R. 1998.** Guía para la caficultura ecológica. Café orgánico. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. GTZ, 45-125.
- Fournier, L.O. 1978.** Fundamentos ecológicos del cultivo del café. In Curso Internacional sobre Caficultura Intensiva (Setiembre, 1978, Turrialba, Costa Rica) Trabajos .PROMECAFE-CATIE. Turrialba, C.R. p. 1 --27.
- Franco, C. 1958.** El agua do solo e sombreamiento dos cafetaiz en Sao Paulo. Superintendencia dos Servicios do Café, Sao Paulo, Brasil. Boletim 27 (299): Jan 10 - 19.
- Gongora, G.J. 1991.** Reconocimiento y distribución de las principales enfermedades fungosas que afectan al cultivo del cafeto (*Coffea arabica*), en el departamento de Matagalpa, Región VI de Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE . 89p.
- González, C. 1955.** Café al sol o a la sombra. Suelo Tico 8: 15-17.
- Gopal, N.H.; Ramaiah, P.K.; Narasimhaswamy, R.L. 1970.** Shade for arabica coffee in India. Indian coffee 34: 265-267.
- Greenberg, R.; Bichier, P.; Cruz Angon, A.; Reistma, R. 1997.** Bird population in shade and sun coffee plantations in Central Guatemala. Conservation Biology 11(2): 438-457.
- Guharay, F.; Monterroso, D.; Muschler, R.; Staver, C. 2000.** Designing pest-suppressive, multi-strata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America as a case study. Agroforestry System. Submitted.

- Hernández, O. 1998.** Temas de análisis estadístico multivariado. 1 ed, San José Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica.p. 9-18.
- Howard, C.A.; Mass, J.L.; Chandler, C.K.; Albrechts, E.E.1992.** Anthracnose of strawberry caused by the *Colletotrichum* complex in Florida. Plant Disease, 76: 976-981.
- ICAFE, (INSTITUTO DEL CAFÉ, CR). 1989.** Manual de Recomendaciones para el cultivo del Café. Programa Cooperativo ICAFE-MAG. San José, Costa Rica.17-20.
- ICAFE, (INSTITUTO DEL CAFÉ, CR) 1998.** Manual de Recomendaciones para el cultivo del Café. Instituto del café de Costa Rica. San José, Costa Rica.1-20.
- Johnson, K. 1994.** Dose-response relationships and inundative biological control. Phytopathology 84(8): 780-784.
- Lyngbaek, A.E.; Muschler, R.G.; Sinclair, F.L. 1999.** Productividad, mano de obra y costos variables en fincas cafetaleras orgánicas y convencionales de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 6 (23):24-26.
- Llenderal, O. T. 1998.** Diversidad del dosel de sombra en cafetales de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 59p.
- _____ ; **Somarriba, E. 1999.** Tipologías cafetaleras en Turrialba, Costa Rica. Agroforestería de las Américas 6(23):30-32.
- Matteucci, S.D.; Colma, A. 1982.** Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía No 22. Serie de Biología Washington, D.C. 163p.
- MARENA (MINISTERIO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES, NICARAGUA) 1999.** Estudio sobre el potencial de desarrollo turístico de las reservas naturales Mirafior-Moropotente. Estelí, Nicaragua. 3p.
- MAG (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, NICARAGUA). 1998.** Estudio de la Cadena Agroindustrial del café. Dirección General de Información y apoyo al Productor (DGIAP) Managua Nicaragua. p 1-40.
- Moguel, P.; Toledo, V.M. 1999.** Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. Conservation Biology 13(1): 11-21.
- Mendoza, R.; Gutiérrez, Y.; Monterroso, D. 1995.** Tamaño y arreglo de la muestra para estudios epidemiológicos de las principales enfermedades foliares del café (*Coffea arabica*) en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 35: 19-24.

- Monterroso, D. 1999.** Interacción patosistemas - sombra en el sistema café. *In* Semana científica CATIE. (4, 1999, Turrialba, Costa Rica). Logros de la investigación para el Nuevo Milenio. Actas. Turrialba, C.R., CATIE. P. 156-161.
- Morris, C.E.; Rouse, D. I. 1985.** Role of nutrients in regulating epiphytic bacterial populations. *In* Windels, C.E.; Lindow, S.E, eds. Biological control of the phylloplane. St Paul, Minnessota, APS. p 63-82.
- Muschler, R. 1997.** Efectos de la sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* vars. Caturra y Catimor. *In* XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura, San José, Costa Rica. p 157 - 161.
- _____. 1998. Tree-crop compatibility in Agroforestry: Production and Quality of coffee grown under managed tree shade in Costa Rica. PhD Thesis. Gainesville, Florida University of Florida. 7-9 p.
- MUESTREO DE SUELOS. 1987.** Revista Cafetalera (Guatemala). No 280: 21-23.
- Nataraj, T.; Subramanian, S. 1975.** Effect of shade and exposure on the incidence of brown-eye-spot of coffee. *Indian Coffee* 39(6): 179-180.
- Nestel, D.; Dickschen, F.; Altierl, M.A. 1993.** Diversity patterns of soil macro-Coleoptera in Mexican shaded and unshaded coffee agroecosystems: and indication of habitat perturbation. *Biodiversity and Conservation* 2. 70-78.
- Pérez, V. M. 1983.** Treinta y dos años de investigación sistemática y transferencia tecnológica en el cultivo del café en Costa Rica 1950-1982, San José, Costa Rica Oficina del café. p. 16
- Perfecto, I.; Rice, R.; Greenberg, R.; Van Der Voort, M. 1996.** Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46: 598-608.
- _____.; **Vandermeer, J.; Hanson, P.; Cartin, V. 1997.** Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 3: 935-945.
- PROCAFE. 1996.** Muestreo foliar de cafetos para análisis. Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café. Cartilla Técnica No. 4. 12p.
- (PANIF) PROGRAMA AMBIENTAL NICARAGUA-FINLANDIA. 1998.** Diagnóstico de la situación del café. Managua. p.1-25.
- Rao, D.V.; Tewari, J. P. 1989.** Occurrence of magnesium Oxalate Crystals on Lesions incited by *Mycena citricolor* on Coffee. *Phytopathology* 79:783-787.
- Rayner , R, W. 1942.** Shading of coffee in Latin America. The Coffee Board of Kenya. Monthly Bulletin 7(80): 97p.

- _____. 1961. Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* B. & Br.) Annual Applied Biology 49: 497-505.
- Samayoa, O. 1999.** Desarrollo de enfermedades en café bajo manejo orgánico y convencional en Paraíso, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-60p.
- Sanchez, J.C. 1991.** Caficultura Moderna. Serie Comunicación Agrícola. 3ª ed. Guatemala. p 17-21.
- Smart, R.E. 1985.** Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. American Journal of Enology and Viticulture 6(3): 230-239.
- Solano, C. 1993.** Café orgánico: una alternativa para pequeños agricultores organizados. Aportes N° 97: 11-12.
- Somarriba, G.; Monterroso, D.; Gutiérrez, G. 1993.** Epidemiología de la mancha de hierro del café (*Cercospora coffeicola* Berck & Cooke), en las regiones norte y pacífico de Nicaragua. In Simposio sobre caficultura Latinoamericana (Octubre, 18, 1993, Managua, Nicaragua). Memorias. Managua, Nicaragua, IICA-PROMECAFE. p 1-10.
- Sotomayor, I. 1993.** Manual del cultivo del café. Estación experimental tropical Pichilingue. Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania (GTZ), Fundación para el desarrollo Agropecuario (FUNDAGRO). p 29-36.
- Torres, M.; Monterroso, D.; Gutiérrez, Y. 1993.** Síntomas causados por *Colletotrichum spp.* en café de IV y VI Región de Nicaragua. In Simposio sobre caficultura Latinoamericana (Octubre, 18, 1993, Managua, Nicaragua). Memorias. Managua, Nicaragua, IICA-PROMECAFE.
- Valencia, A.G. 1998.** Manual de nutrición y fertilización del café. Quito, Ecuador Instituto de la potasa y el fósforo. 61 p.
- Van Der Vossen, H.A.M.; Cook, R.T.A. 1975.** Incidence and control of Berry Blotch caused by *Cercospora coffeicola* on arabica coffee in Kenya. Kenya Coffee 40 (467): 58-61.
- Vargas, E.; Vargas, L.; González, M.; Umaña, G. 1986.** Informe de avance de proyecto de Ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en cafeto. International Development and Research Center, Universidad de Costa Rica. 28 p.
- _____.; **González, M.; Umaña, G.; Vargas, L. 1990.** Nevas alternativas de combate químico del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) In Simposio sobre caficultura Latinoamericana (1990, San José, Costa Rica) Memorias San José, Costa Rica, IICA. p 425.

- Vásquez, O. ; Gutiérrez, J.; Monterroso, D. 1992.** Análisis epidemiológico de la roya y la mancha de hierro del café en función de la altitud. *In* Avances Técnicos en el Manejo de Plagas de café 1991-94. Proyecto CATIE INTA/MIP (NORAD). 93-94 p.
- Villatoro, R.M. 1986.** Caracterización del sistema agroforestal café-especies arbóreas en la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. San Carlos, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 152 p.
- Wang, A.; Avelino, J. 1999.** El ojo de gallo del cafeto (*Mycena citricolor*) *In*: Bertrand, B. Rapidel B, eds Desafíos de la Caficultura en Centroamérica, pp243-260 Costa Rica. IICA. PROMECAFE: CIRAD: IRD: CCCR-France. San José.
- Wellman 1961.** Coffee: Botany, Cultivation and Utilization. London. Leonard Hill, 86 p.

7. ANEXOS

Anexo 1A. Formato de recolección de la información, Mirafior, Estelí, Nicaragua
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
(CATIE)

I UBICACIÓN DE LA FINCA

1. Finca No _____
2. Fecha _____
3. Nombre del Propietario _____
4. Comunidad _____
5. Municipio _____
6. Departamento _____
7. País _____

II LA FINCA

1. Área total de la finca (mz) _____
2. ¿Cuántas fincas tiene? _____

3. Listado de principales actividades económicas del finquero y valoración de su importancia de acuerdo a la visión del finquero (en caso de entrevistar al propietario)

Consignar las diferentes actividades que reportan ingresos, tales como la finca, comercio, empleo externo, etc. Asignar 1 (uno) a la actividad más importante, 2 (dos) a la siguiente, y así sucesivamente.

ACTIVIDAD ECONÓMICA	IMPORTANCIA



3. Uso de la tierra y valoración de su importancia de acuerdo a la visión del finquero.

La suma de las áreas de cada uso debe ser igual al área de la finca. El valor de importancia se establece mediante la asignación del número 1 (uno) al uso de la tierra que el productor considere más importante, el número 2 (dos) a la siguiente uso más importante, y así sucesivamente.

USO DE LA TIERRA	AREÁ (mz)	IMPORTANCIA

4. Problemas

Marcar con una X en los factores que el productor piense que son un problema para el cultivo del café

#	FACTOR	Marcar con X
1	VIENTO	
2	NUBOSIDAD	
3	SEQUIA	
4	EXCESO DE LLUVIA	
5	FRIO	
6	CALOR	
7	TOPOGRAFIA	
8	VIAS DE ACCESO	
9	GASES	
10	SUELO	
11	ROBO	
12	SIN PROBLEMAS	
13	OTRO	

5. ¿Cuáles son los meses secos (verano)? _____

II EI CAFETAL

1. Detalles sobre cafetales en la finca.

TIPO DE SOMBRA	AREA (mz)	VARIEDAD DEL CAFE	EDAD (años)

2. Datos de la parcela de muestreo.

2.1 Latitud _____

2.2 Longitud _____

2.3 Altitud _____

2.4 Pendiente _____

3. ¿Qué tipo de poda? _____

4. Producción de café fanegas por mz/ha _____

qq oro/mz ha	Fanega uva/mz ha	Lata	carga

5. Riqueza y abundancia de árboles de sombra (1000 m²). Sólo árboles con dap > 10 cm, musáceas se cuentan por tallos adultos.

ARBOL	USO	ABUNDANCIA	ORIGEN*

*ORIGEN: (r) regenerados; (p) plantados

2. Costos de manejo (córdobas por manzana)

Actividad	Frecuencia	Insumo	Unidades	Cantidad	Precio	Costo

3. Costo de recolección (Cd/qq oro), (media uva), (lata)_____

4. Costo de transporte (Cd/qq oro), (saco), (uva), (pergamino):_____

5. Costo de beneficiado (Cd/qq oro)_____

6. Precio de venta (Cd/qq oro), (fanega uva), (qq pergamino)_____

¿ Cuáles son las principales enfermedades de los cafetales de su finca?
(Mencionar orden de importancia, asignando 1 a la enfermedad más importante, el 2 a la siguiente y así sucesivamente).

ENFERMEDADES	IMPORTANCIA
Roya	
Ojo de Gallo	
Mancha de hierro	
Antracnosis	
Derrite	
Rosada	
Mal de hilachas	

¿ Cuáles son las enfermedades que aparecen bajo los distintos componentes?

COMPONENTE	ENFERMEDADES
Frutales	
Cítricos	
Musáceas	
Maderables	
Sombra	
Leña	
Árboles de montaña	
Otro	

Anexo 2A. Análisis de varianza para la variable incidencia de *Hemileia vastatrix* (Roya) en los estratos superior e inferior de la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

F.VARIACION	GL	S.C	C.M	VALOR F	PR>F
ESTRATO	3	1752.6809	584.2269	1.01	0.3980
PROD(ESTRATO)	36	20749.5746	576.3770	8.71	0.0001
PARTE	1	1830.9765	1830.9765	21.35	0.0001*
ESTRATO*PARTE	3	348.3640	116.1213	1.35	0.2724
PARTE*PROD(ESTRATO)	36	3087.9955	85.7776	1.30	0.1249
EVAL	5	17325.9656	3465.1931	52.35	0.0001*
EVAL*ESTRATO	15	1425.8360	95.0557	1.44	0.1277
EVAL*PARTE	5	1222.7218	244.5443	3.69	0.0028*
EVAL*ESTRATO*PARTE	15	328.9944	21.9329	0.33	0.9919
ERROR	360	23830.9390	66.1970		
TOTAL	479	71904.0487			

CV = 85.68 $R^2 = 0.66$

* = Significativo ($P < 0.05$)

Anexo 3 A. Pruebas de Tukey para efectos simples en las enfermedades evaluadas. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

Enfermedad	Bandola	Media	Grupo Tukey
<i>H vastatrix</i>	Inferior	11.45	A
	Superior	7.54	B
<i>M citricolor</i>	Inferior	14.73	A
	Superior	11.07	B
<i>C coffeicola</i>	Inferior	2.75	A
	Superior	1.96	B
<i>Colletotrichum</i>	Inferior	0.41	A
	Superior	0.14	B
<i>P costarricensis</i>	Inferior	0.76	A
	Superior	1.10	A

Anexo 4 A. Análisis de suelos realizados a las parcelas evaluadas. Miraflores, Estelí, Nicaragua

FINCA	TIPO DE SOMBRA	pH H ₂ O	MO %	P ppm	Meq/100 gs			ACIDEZ	TEXTURA
					K	Ca	Mg		
1	BOSQUE	6,50	10,60	12,56	0,87	18,40	6,10	0	Franco arenoso
2	BOSQUE	6,80	11,60	13,60	0,86	19,40	6,80	0	Franco arcillo arenoso
3	BOSQUE	6,80	11,60	13,60	0,86	19,40	6,80	0	Franco arcillo arenoso
4	BOSQUE	6,90	8,60	21,60	1,01	18,90	6,80	0	Franco arenoso
5	BOSQUE	6,90	8,60	21,60	1,01	18,90	6,80	0	Franco arenoso
6	BOSQUE	6,60	10,90	14,20	1,35	18,70	6,10	0	Franco arenoso
7	BOSQUE	6,80	11,40	23,43	1,67	19,30	6,90	0	Franco arenoso
8	BOSQUE	6,50	11,10	49,90	1,97	18,60	6,00	0	Franco
9	BOSQUE	6,90	10,70	38,30	1,46	18,60	6,30	0	Franco arenoso
10	BOSQUE	6,40	7,06	15,58	1,86	18,40	6,10	0	Franco arenoso
11	BOSQUE	6,40	11,60	13,60	1,32	18,60	6,30	0	Franco
12	BOSQUE	5,70	11,50	10,96	0,60	16,70	4,70	0	Franco arenoso
13	BOSQUE	6,00	7,92	6,21	0,94	18,00	6,00	0	Franco arenoso
14	BOSQUE	6,40	11,60	13,60	1,32	18,60	6,30	0	Franco
15	BOSQUE	6,70	10,50	31,35	1,81	17,80	5,70	0	Franco arenoso
16	BOSQUE	6,30	11,40	38,87	1,06	18,40	6,10	0	Franco
17	BOSQUE	6,20	12,80	8,85	0,84	18,00	6,00	0	Franco arenoso
18	BOSQUE	6,20	12,80	8,85	0,84	18,00	6,00	0	Franco arenoso
19	BOSQUE	6,80	11,60	13,60	0,86	19,40	6,80	0	Franco arcillo arenoso
20	BOSQUE	5,70	11,50	10,96	0,60	16,70	4,70	0	Franco arenoso
21	BOSQUE	6,40	11,60	13,60	1,32	18,60	6,30	0	Franco
22	BOSQUE	6,20	12,70	46,04	1,03	18,30	6,50	0	Franco arenoso
23	BOSQUE	5,80	9,40	31,76	0,79	17,30	6,10	0	Franco
24	BOSQUE MUSACEA	6,50	8,29	25,13	1,17	18,70	6,60	0	Franco arcilloso
25	BOSQUE MUSACEA	6,80	11,40	23,43	1,67	19,30	6,90	0	Franco arenoso
26	BOSQUE MUSACEA	6,60	8,60	74,21	1,81	19,20	6,70	0	Franco
27	BOSQUE MUSACEA	6,60	8,60	74,21	1,81	19,20	6,70	0	Franco
28	BOSQUE MUSACEA	6,50	7,43	29,37	1,46	18,40	6,20	0	Franco
29	BOSQUE MUSACEA	6,50	7,43	29,37	1,46	18,40	6,20	0	Franco
30	BOSQUE MUSACEA	6,30	12,40	11,68	1,19	17,90	4,80	0	Franco arenoso
31	MUSACEA	6,40	10,20	74,01	1,62	17,80	5,40	0	Franco
32	MUSACEA	6,50	5,96	20,75	1,89	18,60	6,90	0	Franco
33	MUSACEA	6,20	7,19	62,25	2,09	18,70	6,60	0	Franco
34	MUSACEA	7,00	9,77	15,35	0,92	18,80	6,80	0	Franco arenoso
35	MUSACEA	6,40	7,74	41,80	1,11	16,40	4,80	0	Franco arenoso
36	MUSACEA	6,20	8,97	28,40	0,56	17,30	4,80	0	Franco
37	GUABA	6,10	9,77	43,14	0,88	18,10	6,60	0	Franco
38	GUABA	6,80	11,40	23,43	1,67	19,30	6,90	0	Franco arenoso
39	GUABA	5,60	10,60	29,96	0,59	18,10	6,60	0	Franco arenoso
40	GUABA	5,60	10,60	29,96	0,59	18,10	6,60	0	Franco arenoso

Anexo 5 A. Análisis de varianza para la variable incidencia de *Mycena citricolor* (Ojo de gallo) en los estratos superior e inferior de la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

F.VARIACION	GL	S.C	C.M	VALOR F	PR>F
ESTRATO	3	7902.9887	2634.3295	1.39	0.2604
PROD(ESTRATO)	36	68036.5720	1889.9047	39.89	0.0001
PARTE	1	1608.5335	1608.5335	17.89	0.0002*
ESTRATO*PARTE	3	504.5676	168.1892	1.87	0.1521
PARTE*PROD(ESTRATO)	36	3237.5227	89.9311	1.90	0.0019
EVAL	5	4492.48806	898.49761	18.96	0.0001*
EVAL*ESTRATO	15	1749.1345	116.6089	2.46	0.0019*
EVAL*PARTE	5	351.3970	70.27943	1.48	0.1944
EVAL*ESTRATO*PARTE	15	198.7724	13.2515	0.28	0.9968
ERROR	360	17057.2940	17.3813		
TOTAL	479	105139.2710			

CV = 53.32 $R^2 = 0.84$

* =Significativo (P<0.05)

Anexo 6A. Análisis de varianza para la variable incidencia de *Cercospora coffeicola* (Chasparria), Mirafior, Estelí, Nicaragua.

F.VARIACION	GL	S.C	C.M	VALOR F	PR>F
ESTRATO	3	1323.8958	441.2986	3.71	0.0188*
PROD(ESTRATO)	36	4210.2731	116.9520	13.77	0.0001
PARTE	1	74.5684	74.5684	6.26	0.0170*
ESTRATO*PARTE	3	47.6242	15.8747	1.33	0.2791
PARTE*PROD(ESTRATO)	36	428.9434	11.9150	1.40	0.0672
EVAL	5	1070.5445	214.1089	25.20	0.0001*
EVAL*ESTRATO	15	336.5249	22.4349	2.64	0.0008*
EVAL*PARTE	5	31.9543	6.3908	0.75	0.5849
EVAL*ESTRATO*PARTE	15	86.6852	5.7790	0.68	0.8043
ERROR	360	3058.5644	8.4960		
TOTAL	479	10669.5786			

CV = 123 $R^2 = 0.71$

* =Significativo (P<0.05)

Anexo 7A. Análisis de varianza para la variable % de sombra en los diferentes doseles evaluados. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

F.VARIACION	GL	S.C	C.M	VALOR F	PR>F
ESTRATO	3	2531.5228	843.8409	5.97	0.0021*
ERROR	36	5092.4521	141.457		
TOTAL	39	7623.9750			

CV = 18.43 $R^2 = 0.33$

* =Significativo (P<0.05)

Anexo 8A. Prueba de Tukey para la variable % de sombra en los diferentes doseles evaluados. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

TIPO DE DOSEL	MEDIA	TUKEY
Bosque raleado	70.43	A
Bosque raleado y musáceas	62.50	AB
Guaba	55.00	AB
Musáceas	48.20	B

Valores con la misma letra no difieren significativamente para ($P < 0.05$)

Anexo 9 A. Análisis foliar y rangos de concentración de los elementos, en los cafetales evaluados, Miraflores, Estelí, Nicaragua.

FINCA	TIPO SOMBRA	%					RANGO DE CONCENTRACIÓN					
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
1	BOSQUE	3.94	0.32	1.09	0.61	0.06	ALTO	ALTO	DEFICIENTE	ADECUADO	DEFICIENTE	
2	BOSQUE	3.15	0.16	0.89	0.63	0.27	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
3	BOSQUE	3.15	0.16	0.89	0.63	0.27	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
4	BOSQUE	1.53	0.24	1.68	0.48	0.12	DEFICIENTE	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
5	BOSQUE	1.53	0.24	1.68	0.48	0.12	DEFICIENTE	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
6	BOSQUE	2.13	0.08	1.27	0.76	0.10	DEFICIENTE	DEFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
7	BOSQUE	4.37	0.16	1.47	0.64	0.13	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
8	BOSQUE	2.81	0.16	1.19	0.79	0.36	ADECUADO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
9	BOSQUE	2.64	0.24	1.58	0.61	0.26	ADECUADO	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
10	BOSQUE	4.64	0.24	1.74	0.59	0.21	ALTO	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
11	BOSQUE	4.72	0.16	1.54	0.40	0.40	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
12	BOSQUE	4.46	0.08	1.42	0.52	0.27	ALTO	DEFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
13	BOSQUE	2.21	0.16	1.24	0.46	0.11	ADECUADO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
14	BOSQUE	4.72	0.16	1.54	0.40	0.11	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
15	BOSQUE	4.00	0.16	2.02	0.71	0.10	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
16	BOSQUE	3.49	0.24	1.90	0.60	0.18	ALTO	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
17	BOSQUE	3.15	0.16	0.89	0.63	0.27	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
18	BOSQUE	3.15	0.16	0.89	0.63	0.27	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
19	BOSQUE	3.15	0.16	0.89	0.63	0.27	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
20	BOSQUE	4.46	0.08	1.42	0.52	0.27	ALTO	DEFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
21	BOSQUE	4.72	0.16	1.54	0.40	0.11	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
22	BOSQUE	2.81	0.16	1.35	0.60	0.10	ADECUADO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
23	BOSQUE	2.72	0.16	1.32	0.65	0.41	ADECUADO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	
24	BOSQUE MUSAGEA	4.02	0.08	1.03	0.72	0.27	ALTO	DEFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
25	BOSQUE MUSAGEA	4.37	0.16	1.47	0.84	0.13	ALTO	DEFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
26	BOSQUE MUSAGEA	2.30	0.24	1.63	0.67	0.25	ADECUADO	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
27	BOSQUE MUSAGEA	2.30	0.24	1.63	0.67	0.25	ADECUADO	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
28	BOSQUE MUSAGEA	4.26	0.32	1.23	0.59	0.11	ALTO	ALTO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
29	BOSQUE MUSAGEA	4.26	0.32	1.23	0.59	0.11	ALTO	ALTO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
30	BOSQUE MUSAGEA	3.67	0.16	1.48	0.53	0.07	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	DEFICIENTE	
31	BOSQUE MUSAGEA	2.64	0.32	2.13	0.76	0.15	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
32	MUSAGEA	3.06	0.16	1.69	0.99	0.27	ALTO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO	
33	MUSAGEA	2.27	0.08	1.48	0.74	0.08	ADECUADO	DEFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	DEFICIENTE	
34	MUSAGEA	1.53	0.16	1.30	0.77	0.23	DEFICIENTE	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
35	MUSAGEA	4.60	0.16	1.12	0.67	0.21	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
36	MUSAGEA	4.90	0.16	1.08	0.69	0.25	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
37	GUABA	3.06	0.75	1.59	0.48	0.15	ALTO	ALTO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
38	GUABA	4.37	0.16	1.47	0.64	0.13	ALTO	ADECUADO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
39	GUABA	4.60	1.11	1.36	0.47	0.41	ALTO	ALTO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	
40	GUABA	4.80	1.11	1.36	0.47	0.41	ALTO	ALTO	DEFICIENTE	ADECUADO	ADECUADO	

Anexo 10A. Análisis de varianza para la variable incidencia de *Phoma costarricensis* (Derrite) en los estratos superior e inferior de la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

F.VARIACION	GL	S.C	C.M	VALOR F	PR>F
ESTRATO	3	97.6012	32.5337	1.54	0.2219
PROD(ESTRATO)	36	762.7066	21.1862	13.70	0.0001
PARTE	1	13.4636	13.4636	3.02	0.0909
ESTRATO*PARTE	3	12.2047	4.0682	0.91	0.4450
PARTE*PROD(ESTRATO)	36	160.6330	4.4620	2.89	0.0001
EVAL	5	76.0198	15.2039	9.83	0.0001*
EVAL*ESTRATO	15	22.9239	1.5282	0.99	0.4670
EVAL*PARTE	5	14.2205	2.8441	1.84	0.1045
EVAL*ESTRATO*PARTE	15	25.9382	1.7292	1.12	0.3380
ERROR	360	556.7806	1.5466		
TOTAL	479	1742.4925			

CV = 133 $R^2 = 0.68$

* =Significativo (P<0.05)

Anexo 11A. Análisis de varianza para la variable incidencia de *Colletotrichum sp* (Antracnosis) en los estratos superior e inferior de la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

F.VARIACION	GL	S.C	C.M	VALOR F	PR>F
ESTRATO	3	3.1746	1.0582	0.96	0.4211
PROD(ESTRATO)	36	39.5898	1.0997	2.39	0.0001
PARTE	1	8.4402	8.4402	14.66	0.0005*
ESTRATO*PARTE	3	2.0284	0.6761	1.17	0.3330
PARTE*PROD(ESTRATO)	36	20.7238	0.5756	1.25	0.1579
EVAL	5	4.7882	0.9576	2.08	0.0669
EVAL*ESTRATO	15	10.1183	0.6745	1.47	0.1147
EVAL*PARTE	5	0.7954	0.1590	0.35	0.8847
EVAL*ESTRATO*PARTE	15	8.2461	0.5497	1.20	0.2725
ERROR	360	165.5208	0.4597		
TOTAL	479	263.4261			

CV = 240 $R^2 = 0.37$

* =Significativo (P<0.05)

Anexo 12A. Correlación entre la incidencia de las enfermedades y los niveles de nutrientes en la planta. Mirafior, Estelí, Nicaragua.

	ROYA	ROYB	OJOA	OJOB	CHAA	CHAB	COLA	COLB	PHOA	PHOB
N	-0.1342	-0.2395	0.0658	0.0353	-0.1504	-0.0555	0.1510	0.1344	0.1799	0.0490
P	0.4089	0.1386	0.6884	0.8287	0.3541	0.7333	0.3521	0.4080	0.2684	0.7639
K	0.2415	0.0911	0.1492	0.1631	-0.1920	0.1535	0.1150	-0.1603	-0.1570	-0.1899
	0.1331	0.5757	0.3579	0.3143	0.2351	0.3442	0.4795	0.3231	0.3331	0.2404
	0.0210	0.0753	0.0328	0.0142	-0.3315	-0.2458	0.0045	0.075	-0.0307	-0.1932
	0.8972	0.8440	0.8408	0.9308	0.0368	0.1288	0.9778	0.8431	0.8504	0.2322
Ca	0.3843	0.5232	-0.4892	-0.5252	0.1812	0.1480	-0.1255	-0.1378	-0.0791	-0.0594
	0.0143	0.0005	0.0014	0.0005	0.3203	0.3618	0.4401	0.3984	0.8274	0.7158
Mg	0.4275	0.2905	-0.2447	-0.1673	0.0244	0.0296	0.1283	0.1147	0.1297	0.0438
	0.0059	0.0689	0.1280	0.3019	0.8811	0.8559	0.4373	0.4807	0.4250	0.7884

ROYA=ROYA ESTRATO SUPERIOR, ROYB=ROYA ESTRATO INFERIOR, OJOA=OJO GALLO ESTRATO SUPERIOR, OJOB=OJOGALLO ESTRATO INFERIOR, CHAA=CHASPARRIA ESTRATO SUPERIOR, CHAB=CHASPARRIA ESTRATO INFERIOR, COLA=ANTRACNOSIS ESTRATO SUPERIOR, COLB=ANTRACNOSIS ESTRATO INFERIOR, PHOA=DERRITE ESTRATO SUPERIOR, PHOB=DERRITE ESTRATO INFERIOR

Anexo 13 A. Uso, frecuencia de aparición y porcentaje de las especies del dosel de sombra en cafetales de Mirafior, Estelí, Nicaragua .

Nombre común	Especie	Uso	Frecuencia	%
Carbón	<i>Acacia pennatula</i>	Leña	9	0.6
Quitite	<i>Acnistus arborescens</i>	Sombra	16	1.1
Anona	<i>Annona cherimola</i>	Frutal	7	0.5
Cuya	<i>Ardisia compresca</i>	Sombra	1	0.1
Aguaslipe	<i>Beilschmedia riparia</i>	Madera	16	1.1
Azucarina	<i>Calatola costaricensis</i>	Sombra	1	0.1
Sin nombre	<i>Casearia sylvestris</i>	Sombra	1	0.1
Matasano	<i>Casimiroa sapota</i>	Frutal	1	0.1
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Sombra	1	0.1
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Madera	1	0.1
Comida de culebra	<i>Chomelia spinosa</i>	Madera	1	0.1
Aguacate canelo	<i>Cinnamomum costaricanum</i>	Sombra	31	2.1
Naranja dulce	<i>Citrus x auranthium</i>	Cítrico	3	0.2
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Madera	2	0.1
Cucaracho	<i>Cornutia pyramidata</i>	Sombra	5	0.3
Sangregrado	<i>Croton draco</i>	Sombra	22	1.5
Copalchil	<i>Croton niveus</i>	Sombra	1	0.1
Jaboncillo	<i>Cupania cinerea</i>	Sombra	2	0.1
Cola de pava	<i>Cupania dentata</i>	Sombra	10	0.7
Mano de piedra	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sombra	3	0.2
Coralito	<i>Erythrina berteriana</i>	Poste	3	0.2
Saray	<i>Eugenia guatemalensis</i>	Sombra	23	1.5
Matorral	<i>Eupatorium pittieri</i>	Sombra	5	0.3
Matapalo	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sombra	7	0.5
Matapalo	<i>Ficus ovalis</i>	Sombra	9	0.6
Matapalo	<i>Ficus pertusa</i>	Sombra	3	0.2
Tololo	<i>Guarea glabra</i>	Leña	2	0.1
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Poste	9	0.6
Varia blanca	<i>Hedyosmum mexicanum</i>	Sombra	1	0.1
Majagua	<i>Helicarpus appendiculatus</i>	Madera	6	0.4
Guaba	<i>Inga oerstediana</i>	Sombra	97	6.4
Guaba negra	<i>Inga punctata</i>	Sombra	38	2.5
Guaba	<i>Inga vera</i>	Sombra	6	0.4
Tatascan	<i>Lepidocordia williamsii</i>	Sombra	12	0.8
Manpaz	<i>Lippia myriocephala</i>	Sombra	14	0.9
Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Leña	4	0.3

Guácimo de molenillo	<i>Luehea speciosa</i>	Sombra	17	1.1
Quebracho	<i>Lysiloma microphyllum</i>	Sombra	3	0.2
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Frutal	6	0.4
Trotón	<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	Sombra	2	0.1
Guineo	<i>Musa sp.</i>	Musacea	682	45.2
Plátano	<i>Musa x paradisiaca</i>	Musacea	189	12.5
Aguacate	<i>Nectandra martinicensis</i>	Sombra	4	0.3
Aguacate	<i>Nectandra nitida</i>	Sombra	13	0.9
Sin nombre	<i>Neea laetevirens</i>	Sombra	1	0.1
Aguacate pachón	<i>Ocotea helicterifolia</i>	Sombra	28	1.9
Mano de piedra	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Sombra	1	0.1
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Frutal	2	0.1
Aguacate colorado	<i>Persea caerulea</i>	Sombra	37	2.5
Zopilote	<i>Pisidia grandifolia</i>	Sombra	5	0.3
Espino negro	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	Sombra	1	0.1
Roble	<i>Quercus sapotifolia</i>	Madera	4	0.3
Roble	<i>Quercus segoviensis</i>	Madera	8	0.5
Pacón	<i>Sapindus saponaria</i>	Sombra	23	1.5
Lechoso	<i>Sapium glandulosum</i>	Sombra	54	3.6
Frijolillo	<i>Senna papillosa</i>	Sombra	13	0.9
Tempisque	<i>Sideroxylum capiri</i>	Sombra	2	0.1
Jocote ácido	<i>Spondias purpurea</i>	Frutal	3	0.2
Alamo	<i>Styrax argenteus</i>	Leña	2	0.1
Manzano de rosa	<i>Syzygium jambos</i>	Frutal	1	0.1
Cacahuillo	<i>Trichilia hirta</i>	Sombra	15	1.0
Sin nombre	<i>Trophis mexicana</i>	Sombra	2	0.1
Oreja de coyote	<i>Turpinia occidentalis</i>	Sombra	1	0.1
Chichicaste	<i>Urera corallina</i>	Sombra	3	0.2
Chichicaste	<i>Urera eggersii</i>	Sombra	2	0.1
Sin nombre	<i>Viburnum harwegii</i>	Sombra	5	0.3
Mata roncha	<i>Vismia baccifera</i>	Sombra	1	0.1
Aguja de harra	<i>Xylosma horrida</i>	Leña	3	0.2
Chinche	<i>Zanthoxylum procerum</i>	Sombra	4	0.3

Anexo 14 A. Valores propios de los componentes y proporción de la variabilidad explicada por cada uno de ellos.

Componente	Valor propio	Diferencia	Proporción	P.Acumulada
1	3.9114	0.6783	0.1504	0.1504
2	3.2332	0.6614	0.1244	0.2748
3	2.5718	0.2692	0.0989	0.3737
4	2.3026	0.1252	0.0886	0.4623
5	2.1774	0.4632	0.0837	0.5460
6	1.7142	0.1039	0.0659	0.6119
7	1.6103	0.2685	0.0619	0.6739
8	1.3418	0.0308	0.0516	0.7255
9	1.3110	0.2162	0.0504	0.7759
10	1.0947	0.1988	0.0421	0.8180
11	0.8960	0.1391	0.0345	0.8525
12	0.7568	0.0995	0.0291	0.8816
13	0.6573	0.0964	0.0253	0.9069
14	0.5609	0.1242	0.0216	0.9284
15	0.4367	0.0775	0.0168	0.9452
16	0.3592	0.0860	0.0138	0.9590
17	0.2732	0.0044	0.0105	0.9696
18	0.2687	0.0916	0.0103	0.9799
19	0.1772	0.0573	0.0068	0.9867
20	0.1199	0.0029	0.0046	0.9913
21	0.1169	0.0668	0.0045	0.9958
22	0.0502	0.0238	0.0019	0.9977
23	0.0264	0.0056	0.0010	0.9988
24	0.0207	0.0091	0.0008	0.9996
25	0.0116	0.0116	0.0004	1.0000
26	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
27	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Anexo 15 A. Peso de las 26 variables en cada uno de los 10 componentes principales.

VARIABLE	COMPONENTES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
YEARSEXP	0.143	-0.172	-0.132	-0.294	-0.369	0.103	0.031	0.703	0.003	-0.116
FINCAS	-0.213	-0.100	-0.116	-0.104	0.829	-0.058	0.176	0.150	0.104	0.016
NUMACTIV	-0.073	-0.096	0.090	0.081	0.039	-0.080	0.911	-0.000	-0.120	0.025
VERANO	0.059	-0.226	-0.032	0.024	-0.140	-0.125	-0.008	-0.138	-0.146	0.871
MADE	-0.123	0.745	0.004	-0.050	-0.099	-0.143	0.036	-0.125	0.371	-0.055
CITR	0.000	0.051	0.801	-0.253	-0.108	-0.187	0.266	-0.087	-0.020	-0.146
MUSA	0.886	-0.148	-0.069	-0.251	-0.023	-0.138	0.039	-0.065	0.197	-0.046
FRUT	0.079	-0.070	0.861	0.121	-0.112	-0.184	0.091	-0.192	-0.039	-0.009
FIRE	-0.158	-0.318	-0.143	0.654	-0.179	0.080	0.211	-0.378	0.042	-0.035
OTRO	0.155	0.031	0.479	0.115	0.035	0.175	0.614	0.187	0.112	0.106
RIQUEZA	-0.646	0.124	-0.020	0.156	-0.102	-0.272	0.385	-0.153	0.349	0.050
PLOTPOP	0.795	-0.185	-0.095	-0.277	-0.054	-0.182	0.074	-0.117	0.288	-0.067
AREAMZ	-0.133	-0.134	-0.046	0.136	0.179	-0.120	0.087	0.842	0.037	0.014
YIELD	0.069	0.190	-0.147	-0.130	0.603	0.287	0.490	0.115	0.145	-0.137
ALTITUD	-0.007	0.310	-0.681	-0.057	-0.006	-0.293	0.203	-0.165	0.080	-0.093
SLOPE	0.044	-0.418	-0.007	-0.401	-0.068	0.581	0.008	-0.195	0.284	0.007
PIEDRAS	-0.044	-0.109	-0.004	0.129	-0.019	0.891	0.007	0.023	-0.050	-0.141
SOMB	-0.869	-0.152	-0.293	-0.116	-0.034	-0.066	-0.016	-0.051	0.172	-0.022
SIMPSON	0.028	-0.325	-0.469	-0.583	0.250	-0.061	-0.255	0.270	0.120	-0.045
CAFETOMZ	-0.224	0.050	-0.042	0.831	-0.019	0.065	-0.018	0.146	-0.143	-0.017
FERT	-0.157	0.684	-0.110	0.012	0.098	0.272	0.081	-0.054	0.114	0.476
FUNG	0.010	0.745	-0.075	-0.009	-0.045	-0.046	-0.100	-0.097	-0.171	-0.109
HERB	0.096	0.221	-0.053	-0.068	0.091	-0.063	-0.075	0.033	0.855	0.031
INSE	0.218	-0.074	-0.049	-0.049	0.816	-0.087	-0.193	-0.017	0.046	-0.149
MANO	-0.088	0.394	-0.165	-0.165	-0.039	0.599	0.445	-0.074	-0.271	0.051
MATE	-0.194	0.275	-0.039	-0.039	-0.064	-0.023	-0.086	0.159	0.409	0.686

Somb=cantidad de árboles de sombra, Made= No de árboles maderables por parcela, Citr= No de árboles de cítricos, Musa= No de tallos de musáceas, Frut= No de árboles frutales, Fire=No de árboles para leña, Riqueza= Riqueza de especies, Plotpop= Población total de especies por parcela(1000 m²), Simpson= Índice de simpson, Yearexp= años de experiencia, Areamz= Área en manzanas de café, Yield=producción (qq oro/mz), Fincas=Número de fincas, Numactiv= Número de actividades realizadas, Verano= Meses de Verano en la finca, Altitud= altitud de la finca, Slope= pendiente, Piedras= % de piedras, Cafetomz=Densidad de cafetos por manzana, Otros=Postes, medicinales, Fert=fertilizantes usados, Fung= Fungicidas, Herb=Herbicidas, Inse=Insecticidas, Mano= Mano de obra utilizada, Mate= Materiales (plantas de resiembra)

Anexo 16A. Estructura canónica de las variables (CAN i) evaluadas.

Variable	CAN 1	CAN 2
YEARSEXP	0.2889	-0.0406
FINCAS	0.2317	-0.0354
NUMACTIV	-0.1573	-0.0902
VERANO	-0.0565	-0.0471
MADE	-0.2656	0.7549 *
CITR	0.1799	0.0432
MUSA	0.3169	-0.2464
FRUT	-0.1616	-0.0245
FIRE	-0.0354	-0.1977
OTRO	-0.0879	-0.0155
RIQUEZA	0.0980	0.4511
PLOTPOP	0.3518	-0.2027
AREAMZ	-0.0536	-0.0271
YIELD	-0.2236	-0.0498
ALTITUD	0.0444	0.1607
SLOPE	0.2820	-0.2051
PIEDRAS	-0.0658	-0.2016
SOMB	-0.0696	0.2070
SIMPSON	0.3433	-0.3031
CAFETOMZ	-0.2266	0.0471
FERT	-0.3889	0.6168 *
FUNG	-0.3890	0.3698
HERB	0.6246 *	0.4603
INSE	0.1958	-0.3050
MANO	-0.3798	0.0488
MATE	0.2468	0.6537 *

Somb=Cantidad de árboles de sombra, Made= No de árboles maderables por parcela, Citr= No de árboles cítricos, Musa= No de tallos de musáceas, Frut= No de árboles frutales, Fire=No de árboles para leña, Riqueza= Riqueza de especies, Plotpop= Población total de especies por parcela(1000 m²), Simpson= Índice de simpson, Yearexp= años de experiencia, Areamz= Área en manzanas de café, Yield=producción (qq oro/mz), Fincas=Número de fincas, Numactiv= Número de actividades realizadas, Verano= Meses de Verano en la finca, Altitud= altitud de la finca, Slope= pendiente, Piedras= % de piedras, Cafetomz=Densidad de cafetos por manzana, Otros=Postes, medicinales, Fert=fertilizantes usados, Fung= Fungicidas, Herb=Herbicidas, Inse=insecticidas, Mano= Mano de obra utilizada, Mate= Materiales (plantas de resiembra)

Anexo 17A. Datos de Humedad relativa y temperatura en los cafetales evaluados. Mirafior, estelí, Nicaragua, 2000

FINCA	TIPO SOMBRA	ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO	
		HR	TEM	HR	TEM	HR	TEM	HR	TEM	HR	TEM
1	BOSQUE	70	20,8	46	29,6	69	26	67	23,5	52,7	32
2	BOSQUE	60	23	80	24	62	26	72	27,4	72,2	24,7
3	BOSQUE	69	21	88	22	56	27,4	71	25,1	74	23,4
4	BOSQUE	60	25	45	30	71	23	75	22,4	76	25
5	BOSQUE	58	24	42	31	61	26	74	21,2	76	24
6	BOSQUE	50	25	80	24,3	60	27	63	28,4	71	26,7
7	BOSQUE	60	27	58	28	74	24,5	77	24	74	25,4
8	BOSQUE	53	28	88	22	79	21	62	26,2	72	26,2
9	BOSQUE	60	25,5	84	22	62	24	88	19,5	72	26,9
10	BOSQUE	47	27	71	26	75	22	81	23	97	23,5
11	BOSQUE	65	25,4	66	25	83	20	78	25	90	23
12	BOSQUE	56	26	64	25	96	18	95	28	82	21,8
13	BOSQUE	57	27	60	28,3	96	17,8	82	20	82	21,8
14	BOSQUE	58	26	63	26	85	19	67	24	82	22,1
15	BOSQUE	45	28	60	30	80	20	66	29	87	23,5
16	BOSQUE	46	27	60	27	76	22	73	25	77	26,9
17	BOSQUE	53	26	60	26	70	22	70	24	77	25
18	BOSQUE	67	21	74	24	80	25,5	79	28,7	74	27,5
19	BOSQUE	56	25	72	25	61	29	74	22	71	26,1
20	BOSQUE	53	26	73	23	69	24	68	24,7	83	20,7
21	BOSQUE	72	21	70	25	86	19	85	23	80	23,3
22	BOSQUE	49	27	65	26	91	23,6	88	24	90	29
23	BOSQUE	59	28	54	29,5	71	27,6	60	29,2	81	24,8
24	BOSQUE MUSACEA	47	29	90	22,5	70	25	90	21,3	67	26,9
25	BOSQUE MUSACEA	61	28	58	28	66	25	73	25	71	26
26	BOSQUE MUSACEA	43	32	78	23	88	21	87	22,2	78	26,6
27	BOSQUE MUSACEA	39	33,2	79	24,6	77	22,2	94	22,3	94	23,2
28	BOSQUE MUSACEA	46	29	79	24	71	23	85	21	97	22,8
29	BOSQUE MUSACEA	41	29	84	24	78	24	87	23,7	93	23,5
30	BOSQUE MUSACEA	53	27	61	27	81	20,2	88	20	90	23,4
31	BOSQUE MUSACEA	46	27	70	25	74	24,5	85	24	80	26,9
32	MUSACEA	70	22,8	83	23	55	31,3	75	23,6	73	29,5
33	MUSACEA	65	26	75	25	67	29	94	25	60	30,2
34	MUSACEA	39	34,9	62	26	81	22,4	76	23	70	27
35	MUSACEA	75	19	45	30	70	25	79	24	75	27,9
36	MUSACEA	56	25,8	41	32	70	25,6	80	22	76	26,8
37	GUABA	44	29	65	26	88	21,2	82	22	75	26,8
38	GUABA	44	29,3	64	26	69	27	67	27	82	26
39	GUABA	48	30,5	83	23	71	23	63	26	85	24,8
40	GUABA	51	28	88	21	82	21	65	26	79	25,4
MEDIA		54,75	26,48	68,2	25,72	74,0	24,0	77,05	23,9	78,24	25,4

Anexo 18 A. Listado de productores que colaboraron con el estudio: Tipologías cafetaleras y desarrollo de enfermedades en los cafetales de la reserva Natural Mirafior-Moropotente, Estelí, Nicaragua .

NUMERO DE FINCA	PROPIETARIO
1	Pablo Rivera
2	Rufino Figueroa
3	Adolfo Velásquez
4	Antonio Lagos
5	Pascual Flores
6	Tomás Huetes
7	Raymundo Castellón
8	Ulises Montenegro
9	Guadalupe Salinas
10	Elvin Picado
11	José Cruz
12	Rigoberto Blandón
13	Marvin Pérez
14	Andrés Rodríguez
15	Benito Talavera
16	Vidal Talavera
17	José María Briones
18	Félix Ramos
19	José Briones
20	Róger Molina
21	Santiago Fajardo
22	Evenor Madriz
23	Aníbal Moreno
24	Julio Morán
25	Daniel González
26	Felipe Picado
27	Rafael González
28	Francisco Gutiérrez
29	Máximo Pinel
30	Antonio Rodríguez
31	Julio Villareina