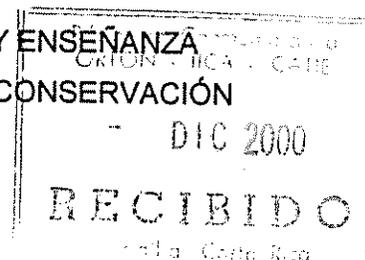


CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADUADOS



DISEÑO Y MANEJO DE LOS CAFETALES DEL OCCIDENTE DE EL SALVADOR

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgraduados, 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

Maybelyn Yamilet Escalante Santos

Turrialba, Costa Rica

2000

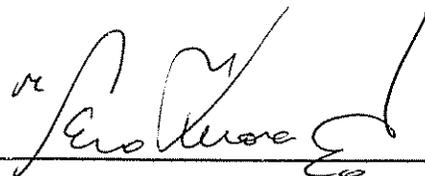
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgraduados del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:



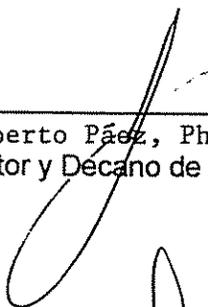
Eduardo Somarriba, Ph.D
Consejero Principal



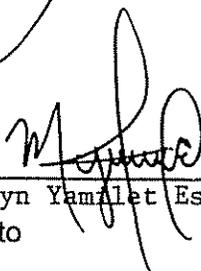
Vera Sánchez, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Christoph Kleinn, Ph.D
Miembro Comité Consejero



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



Maybelyn Yamilet Escalante Santos
Candidato

DEDICATORIA

Muy especialmente a:

Dios Todopoderoso por guiar mis pasos.

Mis padres Adonay Escalante y Marta Alicia de Escalante por ser los pilares de mi vida, por todo el amor que siempre me han procurado, por los sabios consejos que siempre me han transmitido y por ser más que padres, mis mejores amigos.

Mis hermanos Larissa y Adonay Edgardo porque nunca me han dejado sola y han compartido conmigo los buenos y malos ratos.

Mi sobrina Camila porque eres la luz de la esperanza en nuestra familia.

Pet, porque me enseñó a no sentir miedo a lo desconocido, a mejorar mi presente y a descubrir que las decisiones son sólo el comienzo de algo.

Mis amigas Ixchel, Beatriz, Marina y Guadalupe, porque en ellas he encontrado una amistad verdadera. Recuerden que cuando alguien toma una decisión, en realidad está sumergiéndose en una corriente poderosa que lleva a la persona a un lugar que nunca ha soñado a la hora de decidir.

“ Nadie siente miedo de lo desconocido, porque cualquier persona es capaz de conquistar todo lo que quiere y necesita. Cuando más cerca estamos de nuestros sueños, más difíciles se vuelven las cosas. Ya no funciona la suerte de principiantes. Lo que funciona es la persistencia y el valor de quien busca su Historia Personal. No hay que apresurarse, ni impacientarse porque no podrás ver las señales que Dios ha puesto en tu camino ”

Paulo Coelho (El Alquimista)

AGRADECIMIENTOS

Es precisamente la posibilidad de realizar un sueño lo que hace la vida interesante y durante el recorrido hay muchas personas que llegan y a quien debes dar las gracias.

A DANIDA, por haber financiado durante dos años mis estudios de maestría.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza por permitir realizar mis estudios.

A Eduardo Somarriba, por su valiosa colaboración, sus consejos, su apoyo permanente, por ser un maestro y amigo durante la elaboración de este trabajo de investigación.

A los miembros de mi comité de tesis Christoph Kleinn y Vera Sánchez.

A Mario Orellana, porque este es el fruto del empuje que yo necesitaba y usted siempre me lo brindó.

A Johnny Pérez, por toda la ayuda desinteresada que me brindó en la interpretación de los datos.

Al personal de la Escuela de Postgrado por su disposición y colaboración permanente.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, por su amabilidad y espíritu de cooperación.

A la Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café (PROCAFE) por el apoyo logístico brindado durante la fase de campo de esta investigación.

A los propietarios de las fincas por el tiempo que me brindaron y permitir que desarrollará el trabajo de campo en sus propiedades.

A mis compatriotas y compañeros salvadoreños por demostrarme que la unión aún existe.

A mis compañeros de maestría por hacer de mi estadía en CATIE algo especial.

A la promoción 99-2000 por estos dos años que compartimos y resultaron ser una gran experiencia en mi vida personal y profesional.

A Ivette, Claudia y Karen porque a pesar de la distancia los lazos de amistad se mantuvieron vivos.

A Fran, Mariniux, Pichelina, Beatriche, Guadalups, Pet, José Chan, Owen Nelson, Vilma, James, Guilherme, Rudy, porque sencillamente hicieron mis momentos más agradables.

BIOGRAFIA

La autora nació en la ciudad de San Salvador, El Salvador el 18 de febrero de 1971.

Realizó sus estudios de primaria, secundaria y bachillerato en el Colegio Católico Nuestra Señora del Rosario de Fátima.

Estudió el idioma Francés en la Alianza Francesa de El Salvador en el año 1989 hasta el año 1991. En 1992 estudió francés en el Instituto Parisino de Civilización Francesa de París (Francia).

Estudió la carrera de Ingeniería Agronómica Generalista en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de El Salvador entre 1993-1997. Su tesis la desarrolló en el año 1998 y obtuvo su título de Ingeniera en diciembre de 1998.

En enero de 1999 ingresó a la Maestría de Agroforestería Tropical de CATIE, graduándose en diciembre del 2000.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
BIOGRAFIA	vi
CONTENIDO	vii
RESUMEN	ix
SUMMARY	xi
LISTA DE CUADROS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE ANEXOS	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Historia del café en El Salvador	3
2.2 Importancia del café	3
2.3 Zonificación del café	4
2.4 Estudio de la diversidad	8
2.5 Diversidad arbórea en cafetales	8
2.6 Enfoque tipológico de fincas	10
2.7 Estudios tipológicos en cafetales	11
3. MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Descripción de la región de estudio	15
3.2 Estimación del tamaño de la muestra	17
3.3 Criterios para la selección de fincas	18
3.4 Componentes de sombra	18
3.5 Tipos de cafetales con sombra	20

3.6 Variables y mediciones	20
3.7 Análisis de la información	23
3.7.1 Caracterización de las fincas	23
3.7.2 Análisis de las tipologías	23
4. RESULTADOS	25
4.1 Caracterización de las fincas	25
4.1.1 El productor	25
4.1.2 Las fincas	25
4.1.3 El cafetal	26
4.1.4 Dosel de sombra	28
4.1.5 Relación entre variables	29
4.2 Tipos de cafetales	30
5. DISCUSIÓN	35
5.1 Diversidad en el dosel de sombra	35
5.2 Diversificación de la producción en áreas cafetaleras	37
5.3 Tipologías cafetaleras en la zona occidental de El Salvador	38
6. CONCLUSIONES	41
7. RECOMENDACIONES	42
8. LITERATURA CITADA	43
9. ANEXOS	50

ESCALANTE SANTOS, M Y. 2000. DISEÑO Y MANEJO DE CAFETALES DEL OCCIDENTE DE EL SALVADOR. Tesis M.Sc, Turrialba, C.R., CATIE. 70 p.

Palabras claves: Café, tipos de sombra, tipologías, análisis multivariado, análisis de componentes principales, análisis discriminante, análisis discriminante canónico.

RESUMEN

Se investigaron las condiciones socioeconómicas y biofísicas que determinan el diseño y manejo del cafetal en 40 fincas cafetaleras de la Zona Occidental de El Salvador. Se efectuaron entrevistas con los productores y se establecieron parcelas temporales de 20 x 50 m en las cuales se midieron las variables biofísicas: latitud, longitud, altitud, porcentaje de sombra, número de especies presentes (riqueza) y las abundancias relativas de cada una.

Se calcularon estadísticas descriptivas y se realizó un análisis de varianza, se inspeccionó la matriz de correlaciones para identificar co-linealidad entre pares de variables. Se efectuó el análisis de componentes principales para seleccionar las variables que más contribuyen a sintetizar la variabilidad observada en los datos. Se seleccionaron los componentes con valores propios mayores a 1 y mediante el método de rotación varimax se extrajeron las 24 variables que mejor explicaron la formación de los componentes. Se identificaron las tipologías cafetaleras utilizando las variables seleccionadas. Las clasificaciones de las fincas se basaron en las distancias de Gower entre las variables cuantitativas. Luego se efectuó el análisis de conglomerados para clasificar las fincas, formando tres grupos con características propias. Esta clasificación se sometió al análisis discriminante y discriminante canónico.

Se encontraron 77 especies diferentes en el dosel de sombra de los cafetales. Las especies para leña fueron las más abundante y el género de las ingas se reportó en el 100% de las fincas. El área del cafetal, la altitud, la duración de la época seca, la intensidad de manejo agronómico, la riqueza y abundancia de especies determinan las tipologías cafetaleras. Se identificaron tres tipos de cafetales en la Zona Occidental de El Salvador: 1) cafetales de tamaño intermedio (36 ha), bajos costos y no diversificados; 2) cafetales con áreas intermedias (36 ha), altos costos y no diversificados y 3) cafetales grandes (63 ha), bajos costos y diversificados. Además se encontró que mientras mayor es el tamaño de la finca, mayor es la riqueza y abundancia de componentes del dosel de sombra, menor es el rendimiento y los costos en el manejo agronómico son más bajos.

Las variables biofísicas que mayormente limitan la producción de café son : la poca precipitación y los vientos secos que se generan durante los meses de noviembre a abril. Los problemas más importantes que atraviesan los productores de la zona son el robo de café y otros productos del cafetal, así como la falta de vías de acceso.

ESCALANTE SANTOS, M Y. 2000. DESIGN AND MANAGEMENT OF COFFEE FARMS IN THE WESTERN REGION OF EL SALVADOR. Tesis M.Sc, Turrialba, C.R., CATIE. 70 p.

Key words: Coffee, types of shade, typology, multivariate analysis, principal components analysis, discriminate analysis, canonical analysis discriminate.

SUMMARY

In order to determine the design and management of coffee farms in western of El Salvador, socioeconomic and biophysical factors were investigated in 40 farms. Interviews with farmers were done and temporal plots (20 x 50 m) were established to measure biophysical variables: latitude, longitude, altitude, shade percentage, slope, number of species present (richness) and the relative abundances of each one.

Descriptive statistics and a variance analysis were calculated. A correlation matrix was inspected to identify colinearity between variables. The principal component analysis selected variables which most contributed to synthesize the variability observed in the data. Then, through the varimax method, components with proper values greater than one selected 24 variables which identified the typologies. Farms classification were based with the "Gower distance method" between quantitative variables. A cluster analysis classified farms in three groups with their own characteristics. This analysis was submitted to a discriminative and discriminative canonic analysis.

Seventy seven species were found with in the coffee canopy shade. Species used for firewood were the most abundant being the *Inga* gender the most found. Area for the coffee field, altitude, length of the dry season, agronomic management intensity, richness and abundance of species determined the coffee typology. Three types of coffee were identified in the western area of El

Salvador: 1) Coffee fields of intermediate area (36 ha), with low costs and not diversified; 2) intermediate area coffee fields (36 ha), with high costs and not diversified; 3) Large area coffee fields (63 ha), with low costs and diversified. It was also found that as larger the coffee field area, greater is the richness and abundance of the canopy shape, but lower the coffee yields and the agronomic management costs.

Biophysical variables that normally limit coffee production are: low precipitations and dry winds from november to april. The most important problems for producers are the stealing of coffee and other products as well as the limited vial access.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Número de fincas que señalan problema para el Cultivo del café.	26
Cuadro 2. Calendario de actividades de manejo en los cafetales de la Zona Occidental de El Salvador.	27
Cuadro 3. Matriz de distancias [$D^2 (i/j)$] entre grupos formados con variables seleccionadas.	30
Cuadro 4. Valores medios de las variables por tipo de cafetal.	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiones cafetaleras de El Salvador	7
Figura 2. Modelo agroforestal del agroecosistema cafetalero	22
Figura 3. Representación de las variables CAN1*CAN2 y los tres grupos formados con variables seleccionadas	32

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de recolección de la información	51
Anexo 2. Variables del estudio	63
Anexo 3. Matriz de correlación	64
Anexo 4. Distancias entre fincas	65
Anexo 5. Listado de especies reportadas en el estudio	67
Anexo 6. Densidad poblacional de las especies	69

1. INTRODUCCION

El diseño de cafetales se refiere a la organización que existe entre los diferentes componentes que conforman el sistema de producción cafetalero. La riqueza y abundancia del dosel de sombra, el componente funcional de las especies arbóreas, las variedades y densidades de cafetos son utilizadas en el diseño y manejo del cafetal. Por lo tanto diseño y manejo de cafetal son el conjunto de decisiones que responden a las oportunidades y limitaciones biofísicas y socioeconómicas que afectan al gerente y a la unidad de producción (Jiménez Avila, 1979). Esto da como resultado una diversidad de sistemas cafetaleros que varían no sólo en cuanto a su composición botánica y estructura del dosel de sombra, sino que también varían en cuanto al manejo agronómico.

En cada país, región y momento, el sistema cafetalero se ajusta a la disponibilidad relativa de factores agroecológicos, sociales y económicos, a los modos de apropiación de la tierra y a las formas de movilización de la fuerza de trabajo

En Centro América se han desarrollado muchos estudios con el objetivo de determinar las causas de variabilidad en los cafetales, pero estos se han enfocado sobre todo a los factores biofísicos de cada país. No se ha considerado el hecho de que también existen factores socioeconómicos como la mano de obra, el capital, tenencia de la tierra entre otros, que pueden influir en la variabilidad del cafetal.

En El Salvador existe muy poca investigación respecto a los factores que determinan el sistema cafetalero, por lo que se hace necesario desarrollar estudios que permitan entender la realidad socioeconómica de los productores e identificar los factores biofísicos que determinan el diseño y manejo del cafetal.

Esta investigación es importante porque permite identificar los factores que determinan el diseño y las estrategias del caficultor respecto al manejo del cultivo. Lo que da una visión para estudios futuros que involucren al sector cafetalero.

El trabajo se desarrolló en base a una identificación y análisis de tipologías de fincas cafetaleras en el occidente de El Salvador y se tomó como referencia la metodología propuesta por Somarriba y Llanderal (1999) para el análisis de la diversidad del dosel de sombra en cafetales de América Central .

1.1 Objetivos

- 1.1.1 Identificar los tipos de fincas de café, existentes en la Región Occidental de El Salvador
- 1.1.2 Determinar los factores socio-económicos y biofísicos que afectan el diseño y manejo de cafetales del occidente de El Salvador.

1.2 Hipótesis

- 1.2.1 La diversidad tipológica de los sistemas de producción de café de la región occidental están determinadas por factores biofísicos y socio-económicos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 La Historia del Café en El Salvador

En el proceso de la formación social salvadoreña se pueden distinguir cinco grandes períodos históricos. El primero comprende la época colonial, principalmente entre el siglo XVIII, y principios del siglo XIX, con el desarrollo de la producción de añil (*Indigofera suffruticosa*). El segundo período comprende entre 1821 y 1880, donde el añil constituyó el producto de mayor contribución de la economía salvadoreña y fue el inicio del despegue del café. El tercer período comprende entre 1880 y 1930, para entonces el añil había dejado de ser el principal producto de exportación. El cuarto período se inició con la crisis mundial de 1929 y terminó en la segunda mitad de la década de los 40. El quinto período comprende desde finales de los 40 hasta la fecha. La industria del café se inició con la reinserción del país en el mercado mundial al desaparecer el añil como materia prima de exportación (Arias, 1988). La expansión de la producción de café comenzó realmente en 1864. En 1876, representó el 36 % de las exportaciones, mientras que el añil representó el 45% (Arias, 1988).

El cultivo comenzó en la zona occidental debido a sus buenas condiciones agroecológicas para el café. La zona contaba con abundantes asentamientos humanos, y, por lo tanto, con abundante mano de obra (Arias, 1988). La mayor importancia del cultivo se dio en 1940, cuando alcanzó el 90% del valor total de las exportaciones. Desde este momento el cultivo cobró importancia como generador de divisas, a tal punto que Choussy (1950) consideró que este cultivo era la solución de los problemas económicos y sociales del país.

2.2 Importancia del café en El Salvador

El café ha sido el producto más importante para la economía de El Salvador en los últimos cien años, ya que además de los ingresos generados a los

productores, ha creado fuentes de trabajo directo y otras actividades colaterales, como el comercio y el sector informal (Mejía, 1998).

La importancia de la caficultura en la economía de El Salvador se refleja en su participación en la generación del producto interno bruto (PIB), la cual fluctuó entre un mínimo de 5.89% en 1994 a un máximo de 9.52% en 1982 (Galloway y Beer, 1997). En 1994 la producción de café alcanzó unos tres millones de quintales oro. Entre 1992 y 1980 el valor de exportaciones de café fluctuó entre US \$ 166.7 millones en 1992 y US \$ 675 millones en 1980. En términos porcentuales, el café ha representado 28.3% (1991/1992) y 80% (1985/1986) del valor total de las exportaciones, lo que indica su importancia en la generación de divisas (Galloway y Beer, 1997).

2.3 Zonificación del café

PROCAFE (Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café) ha utilizado dos zonificaciones ecológicas diferentes para el café: una por tipo de vegetación (Zonas de vida de Holdridge) y otra basada a la altura sobre el nivel del mar, la cual es la más usada (Galloway y Beer, 1997).

En la zonificación por altitud se distinguen tres zonas:

1. Café de bajío, hasta 800 m (60% del total en el país).
2. Café de media altura, de 800 a 1200 m (27% del total).
3. Café de estricta altura, más de 1200 m (13% del total); en esta zona se produce el grano de mejor calidad (Galloway y Beer, 1997).

PROCAFE ha dividido el país en tres regiones con el fin de facilitar su trabajo de extensión y capacitación a los caficultores (Figura 1) :

1. La parte Occidental (Región 1), con una superficie de 83974 ha.
2. La parte Central (Región 2), con una superficie de 47250 ha

3. La parte Oriental (Región 3), con una superficie de 31500 ha (Galloway y Beer, 1997).

La Región Occidental abarca la zona central del departamento de Ahuachapán, sur del departamento de Santa Ana y norte del departamento de Sonsonate. Esta zona se extiende desde la Sierra de Apaneca hasta los macizos volcánicos de Santa Ana e Izalco. Tiene topografía accidentada a muy accidentada, con pendientes pronunciadas, por lo general, mayores a 45 grados y con una precipitación que varía entre 1700 y 2400 mm anuales (Consejo Salvadoreño del Café, 2000).

La Región Central comprende los departamentos de La Libertad, San Salvador, el sur del departamento de Cuscatlán, norte del departamento de La Paz y el norte del departamento de San Vicente. Las plantaciones de cafetales cubren un área de la Sierra Costera de La Libertad y San Vicente, de los macizos volcánicos de San Vicente, San Salvador y en una ancha faja alrededor del lago de Ilopango. La topografía va de accidentada a muy accidentada con pendientes pronunciadas, con precipitaciones oscilantes entre 1700 y 2400 mm anuales (Arias, 1988).

La Región Oriental incluye los departamentos de Usulután y San Miguel, y pequeñas áreas cultivadas en los departamentos de La Unión y Morazán. Los cafetales se extienden por las tierras de Tecapa y Chinameca, en los macizos volcánicos de Tecapa, Usulután y San Miguel y en La Unión en el volcán de Conchagua. En Morazán, la parte más elevada, se encuentra en la cordillera de Cacahuatique. La topografía de la zona es muy accidentada. La precipitación varía entre 1500 y 2100 mm anuales. En su conjunto esta zona presenta un complejo climatológico diferente al de las otras dos. Esto se explica, en parte, por la exposición y la influencia del Golfo de Fonseca. Los vientos secos y cálidos procedentes de la costa marchitan las hojas y brotes, lo que también afecta el

crecimiento normal de la planta (PROCAFE, 2000). En la zona no existe calidad comercial, a pesar de contar con café de altura, esto se refiere al hecho de que la calidad comercial está determinada por la altitud, es decir, que de acuerdo a esto existen tres tipos de café: Central Standard, Central Altura y Central Estrictamente Altura, en la zona oriental, debido a factores de suelos, clima y exposición al sol, sólo se encuentran las dos primeras calidades (Arias, 1988).

2.4 Estudio de la diversidad

La diversidad es la variabilidad en el número y abundancia de las especies que conforman una comunidad (Pielou, 1975). La diversidad en la agricultura debe concentrarse no sólo en el inventario de especies. Por ello, los puntos de vista económico y social deben ser considerados en todo estudio de diversidad (Magurran, 1989). El concepto de diversidad es particularmente importante porque se le considera como un atributo de organización comunal en la naturaleza o relacionado a un proceso ecológico (Mc Intosh, 1967). La diversificación de fincas cafetaleras mediante la inclusión de árboles de sombra constituye una futura fuente de ingresos. Dentro de un cafetal existe una diversificación de especies, de estratos verticales y distribución horizontal, de productos y de formas de manejar los componentes (Beer, 1995).

2.5 Diversidad arbórea en cafetales

En El Salvador, como en todos los países de la región hay muchas variantes en cuanto al manejo de los cafetales. Con respecto a la sombra, los caficultores utilizan tres clases de sombra: sombra temporal, sombra semi-permanente y sombra permanente (Galloway y Beer, 1997). Entre las plantas más usadas como sombra temporal están la crotolaria (*Crotalaria vitellina*), el gandul (*Cajanus cajan*) y el higuerrillo (*Ricinus communis*). Para sombra semi-permanente la especie más utilizada es la cuernavaca (*Solanum sp.*) y para sombra permanente se utilizan varias especies de guabas (*Inga spp*), dependiendo de la altura. Así, para el bajío se recomienda el pepeto del río (*Inga vera*), cujín (*Inga minutula*), pepeto negro o guamito (*Inga ruiziana*) y nacaspirol (*Inga sapindoides*). A media altura las especies preferidas son pepeto del río, pepeto negro, pepeto peludo (*Inga punctata*) y paterna (*Inga paterna*); en estricta altura se utiliza más pepeto peludo (Galloway y Beer, 1997).

Estudios realizados por diferentes autores indican que las condiciones biofísicas y socioeconómicas influyen en la estructura de los cafetales, todo esto relacionado con el nivel de sombra y la obtención de productos y servicios adicionales del componente arbóreo. La composición de especies y la estructura de un sistema de café tradicional varían según el país, la zona ecológica y el cultivador. La mayoría de productores de muchos países emplean en sus terrenos cafeteros árboles para dar sombra, sin embargo, los productores más pequeños tienden a utilizar varias especies de árboles que producen frutos comestibles (Rice y Ward, 1997). Escalante (1997) reporta en uno de sus estudios que en Venezuela al igual que en muchos países de Centro y Sur América, así como en algunas islas del Caribe existen diferentes sistemas de producción de café que difieren generalmente en la composición de especies presentes y en su estructura. El sistema más complejo y diversificado es el llamado tradicional, el cual es practicado por la mayoría de los pequeños agricultores. Está caracterizado por ser un sistema con bajos rendimientos y por la presencia de un gran número de frutales, maderables y cultivos que son utilizados como sombra. Se identificaron 19 especies entre las cuales se destacan *Inga spp.*, *Musa spp.*, *Citrus sinensis*, *Erythrina sp.*, *Persea americana* y *Cedrela sp.*

Rice y Ward (1997), reportan que en la zona de Carazo, Nicaragua (en las altas planicies del sur), los cafetales tradicionales se asocian, por lo menos con 25 especies de árboles frutales y maderables, muchos de los cuales son especies nativas de esta zona de bosque seco. Los autores observaron que los caficultores elegían una mezcla de árboles de sombra (de especies diferentes a los frutales y maderables), árboles frutales, banano y especies maderables, sin importar la zona ecológica de su producción. En Ecuador se encontró que los productores utilizan hasta 16 especies distintas de árboles como sombra para las plantaciones de café y cacao, entre las que sobresalen *Cordia alliodora* por su importancia comercial como maderable. Las otras especies que se utilizan son árboles de sombra (Mussak y Laarman, 1989).

Llanderal (1998) concluyó que las condiciones socioeconómicas afectan la composición del dosel de sombra en cafetales, al observar que en las pequeñas fincas cafetaleras de Turrialba, Costa Rica se presentan una mayor diversidad que en las fincas grandes. Similares resultados se reportan en el Pacífico de Nicaragua donde las fincas más pequeñas presentan mayor riqueza y abundancia de árboles que permiten satisfacer necesidades de leña, madera y fruta principalmente. La diversificación a nivel de finca está referida a las fincas más grandes en donde se encontró menor riqueza y abundancia dentro del cafetal (Bonilla, 1999).

2.6 Enfoque Tipológico de fincas

En la caracterización de cafetales se ha usado el enfoque tipológico, a través de técnicas multivariadas que analizan las relaciones y correspondencias entre las distintas variables estudiadas. Los métodos multivariados proporcionan una ponderación objetiva de la influencia de cada variable sobre la determinación del sistema de finca. Es evidente que esta cualidad del procedimiento constituye una forma de estudiar la relación entre los sistemas de finca y sus entornos. Escobar y Berdegú (1990), proponen las siguientes etapas para este análisis:

1. *Selección de atributo.* Mediante coeficientes de variación de cada una de las variables, se descartan del análisis de tipificación y clasificación aquellas que carecen de poder discriminatorio o que están correlacionadas entre sí para reducir la redundancia y evitar problemas de multicolinealidad.
2. *Análisis de componentes principales.* A través de un análisis factorial de componentes principales o el análisis factorial de correspondencias múltiples se analizan las relaciones existentes entre las variables en la matriz de datos. Con esto se busca reducir o simplificar los datos y facilitar su análisis e

interpretación. Se obtiene información que permite identificar los fenómenos que determinan la existencia de los distintos tipos.

3. *Análisis de conglomerados.* Se emplean como variables clasificatorias un número reducido de factores principales. Cada factor principal es una variable construida a partir de las variables originales. El producto del análisis de conglomerados aplicado a la matriz de factores por observaciones nos da una clasificación jerárquica ascendente expresada gráficamente en un dendrograma.
4. *Determinación de los tipos.* Se hace un dendrograma, donde cada una de las ramificaciones tiene el potencial de ser seleccionada como un tipo de sistema de finca.
5. *Descripción de los tipos.* Es una etapa iterativa en la que se describen los tipos del dendrograma para determinar su identidad o naturaleza. Según la descripción de los tipos seleccionados se confirma o se rechaza una selección.
6. *Análisis discriminante para la clasificación a posteriori de nuevas fincas, no contenidas en la muestra encuestada.* Permite calcular la probabilidad de pertenencia de cualquier observación en las clases o tipos determinados según el procedimiento ya descrito.

2.7 Estudios Tipológicos en cafetales

Méndez y Benoit-Cattin en 1994, realizaron un estudio en Guatemala donde plantearon que el uso de tecnología por parte de los agricultores está relacionado con la disponibilidad que ellos tienen sobre los recursos productivos tales como la tierra y la mano de obra. También se incorporaron a este análisis el

ciclo de vida familiar y el ciclo de vida de los cafetales, de acuerdo a lo sugerido para los estudios de la economía campesina y de plantación. El análisis factorial de correspondencia se utilizó para analizar la información de las encuestas y para determinar los tipos de fincas se utilizó la clasificación ascendente jerárquica. Con este análisis ellos pudieron identificar seis grupos de caficultores: 1) los capitalizados, 2) los jóvenes, 3) los diversificados, 4) los mayores, 5) los tradicionales y 6) los semi-proletariados. Sobre los aspectos técnico-económicos de cada grupo, concluyeron que la intensificación de la caficultura de los pequeños productores es el resultado de la combinación de factores económicos y sociales que permiten la especialización de la producción y la acumulación de excedentes .

Marten y Sancholuz (1981) realizaron un estudio para caracterizar las zonas cafetaleras en México, utilizando distintas técnicas multivariadas, como el análisis de factores, la correlación canónica, el análisis discriminante y análisis de conglomerados. Los resultados indicaron que hay una alta correlación entre algunos de los componentes de manejo, tales como fertilización, podas, chapeas y aplicación de pesticidas. Las técnicas intensivas fueron asociadas con las grandes plantaciones y mayores rendimientos de café. Además determinaron que no existe una correlación fuerte entre los tipos de suelo y el clima con las asociaciones de árboles de sombra y frutales intercalados, exceptuando el caso cuando las correlaciones se debían a patrones altitudinales. Se observó también, muy poca relación estadística entre estos factores ecológicos y los rendimientos de café.

Moguel y Toledo (1999), llevaron a cabo un estudio sobre biodiversidad en sistemas de café, en la zona de Chiapas México. Ellos determinaron que de acuerdo al nivel de manejo y a la estructura de la vegetación, es posible distinguir cinco principales sistemas de producción de café : 1) sistema tradicional rústico o de montaña, 2) sistema tradicional en asocio con cultivos, 3) sistema comercial en asocio con cultivos, 4) sistema bajo sombra en monocultivo

y 5) monocultivo a pleno sol. Ellos encontraron que en México existen entre 60 y 70% de áreas cafetaleras que se encuentran bajo manejo tradicional y en manos de pequeños productores que son indígenas. Además estos sistemas se vuelven importantes porque son los que poseen la mayor diversidad de especies arbóreas, mamíferos, aves, reptiles, anfibios y artrópodos. Este punto resulta importante porque en aquellas regiones donde la deforestación ha afectado dramáticamente al bosque original, estos sistemas tradicionales pueden actuar como refugios para muchas especies y en otros casos pueden convertirse en reservas naturales y áreas protegidas.

Bonilla (1999) identificó tres tipos de cafetales en Nicaragua: A) cafetales de áreas pequeñas (3 ha), diversificados y manejo de bajos insumos; B) cafetales de áreas intermedias (7 ha), muy diversificados y manejo de bajos insumos; C) cafetales de áreas grandes (42 ha), poco diversificados y con manejo intensivo. El área del cafetal, la intensidad del manejo, la importancia de la finca como fuente de ingreso para los productores y la riqueza son importantes en la determinación de las tipologías cafetaleras. En este estudio se determinó que las fincas más pequeñas presentan mayor riqueza y abundancia de árboles para satisfacer necesidades de leña, madera y fruta principalmente. La diversificación a nivel de finca está referida a las fincas más grandes en donde se presenta menor riqueza y abundancia dentro del cafetal.

En El Salvador se desarrolló un estudio de la zona cafetalera con el fin de obtener una descripción más precisa de la zona cafetalera y determinar los diferentes sistemas de producción cafetaleros existentes. El criterio más importante para esta estratificación fue la escala de producción, calculada en quintales de café oro, la superficie de la finca, el uso de mano de obra asalariada, créditos e insumos. Se encontraron cuatro grupos diferentes: 1) Los microproductores con fincas promedio de 2 ha, en donde el rendimiento no sobrepasa a los 414 kg ha^{-1} oro ha^{-1} (9 qq oro ha^{-1}), con un bajo uso de insumos y la mano de obra es exclusivamente familiar; 2) Los pequeños

productores con fincas promedio de 38 ha, el rendimiento no sobrepasa los 368 kg ha⁻¹ (8 qq oro ha⁻¹), con un uso adecuado de insumos y donde la familia participa en tareas administrativas y se contrata mano de obra para desarrollar las tareas del cafetal; 3) Los medianos productores con fincas promedio de 45 ha, rendimiento de 874 kg ha⁻¹ (19 qq oro ha⁻¹) , alto uso de insumos y donde no hay participación de la familia, por lo cual toda la mano de obra es asalariada; 4) Los grandes productores con fincas promedio de 160 ha, en donde el rendimiento puede alcanzar hasta los 2760 kg ha⁻¹ (60 qq oro ha⁻¹), con un alto uso de insumos y toda la mano de obra es asalariada. De este estudio se concluyó que el 60% de productores pertenecen a la categoría de microproductores y los grandes productores están representados por un 4% del total (Pelupessy,1993).

En Nicaragua a comienzos de los años ochenta se realizó un estudio del sector cafetalero y se elaboró una clasificación de las fincas considerando el tamaño de la finca, la calidad de la tierra, la ubicación de la finca y la tecnología aplicada. Como variables se definieron estratos: 1) productores campesinos y 2) productores empresarios. Los primeros persiguen básicamente la reproducción de las condiciones de vida y de trabajo de la familia campesina, mientras que los segundos se orientan hacia la acumulación de capital. Se concluyó que es difícil adaptar una clasificación común para todas las regiones del país por las diferencias existentes en las condiciones de producción. Estas diferencias hacen que los dos estratos cafetaleros presenten marcadas diferencias. Los productores campesinos son dueños de pequeñas propiedades, con las tierras de menor calidad y utilizan bajos insumos; mientras que los productores empresarios son los dueños de grandes plantaciones de café con la mejor calidad de tierra, utilizan alta tecnología en todas las labores culturales y el café que obtienen generalmente está destinado a exportación (Pelupessy, 1993).

3. MATERIALES Y METODOS

Se estudió el diseño y manejo de los cafetales con el fin de determinar los distintos componentes de sombra de acuerdo a la función que las especies arbóreas desempeñan dentro del cafetal. Con este propósito se: 1) identificó la región cafetalera del lugar; 2) determinó empíricamente los tipos de cafetales de acuerdo a los componentes de sombra; 3) identificaron y seleccionaron las fincas; 4) caracterizaron y analizaron las tipologías de las fincas con base a la información socioeconómica recopilada a través de encuestas e información biofísica obtenida a través del establecimiento de una parcela temporal dentro del cafetal.

A partir de la zonificación cafetalera de El Salvador, se identificaron los tipos de cafetales predominantes en la región occidental. Los descriptores del componente arbóreo y la función productiva que estos desempeñan dentro del cafetal fueron la base para la clasificación de las fincas. Luego se llevó a cabo una caracterización de las fincas seleccionadas y posteriormente se realizó un análisis de las tipologías presentes.

3.1 Descripción de la región de estudio

Las tres regiones cafetaleras de El Salvador son: Occidental (Región I); Central (Región II) y Oriental (Región III) (PROCAFE, 1997). El estudio se concentró en la Región Occidental (Región I), ya que es la región donde se concentran el mayor número de productores cafetaleros y es la más representativa de la cafcultura salvadoreña. La zona abarca los departamentos de Santa Ana, Sonsonate y Ahuachapán, con un área cafetalera de 83974 ha (Arias, 1988). Dentro de esta región pueden identificarse características particulares para cada uno de los departamentos con lo que se tiene tres sub-regiones. El departamento de Ahuachapán cuenta con un área total de 123,960 ha; con valles interiores y

bajos, así como con planicies costeras, el clima es cálido con temperaturas máximas absolutas de 36°C durante el mes de abril. Los meses de diciembre a marzo son los más fríos con temperaturas mínimas absolutas de 8°C. Las mayores cantidades medias de lluvias anuales se obtienen en las partes altas con 2,209; 2,479 y 2,582 mm, medidos en Apaneca, Jujutla y San Pedro Puxtla respectivamente. La precipitación mínima media corresponde a 1,248 mm medidos en puente El Jobo. En general en el departamento de Ahuachapán existen los siguientes tipos de suelos: aluviales, regosoles, latosoles, grumosoles y holomórficos. La topografía va de accidentada a muy accidentada, con pendientes pronunciadas, generalmente mayores de 45 grados (Avelar, 1996).

El departamento de Santa Ana posee un área total de 202,317 ha; el clima es cálido en valles interiores con temperaturas máximas absolutas de 37°C , durante enero y abril. En las partes más altas las temperaturas descienden a 4°C en enero. De enero a marzo hay probabilidades de heladas en las partes más altas. Las mayores cantidades de lluvia medias anuales se obtienen en las partes más altas de las montañas con 2,464; 2,277; 2,233; y 2,036 mm, medidos en Montecristo, Los Andes, Cerro Verde y Planes de Montecristo, respectivamente. La precipitación mínima media anual corresponde a 1191 mm en San Cristóbal. El suelo está formado el Norte por rocas sedimentarias compuestas por areniscas finas, rojo violeta, con bancos de conglomerados, tobas volcánicas de carácter andesítico y material volcánico no clasificado. Al Sur el suelo está compuesto por material volcánico formado de arcillas, con pómez, escorias, tobas y bloques de lavas (Avelar, 1996).

El departamento de Sonsonate cuenta con área total de 122,577 ha; el clima es cálido en la planicie costera y valles bajos; alcanza temperaturas máximas absolutas de 39°C, durante los meses de febrero a abril, la temperatura desciende en las partes altas y montañosas. En el Valle Los Naranjos a 1,450 m, por ser cerrado posee condiciones especiales, donde la temperatura puede descender a menos de 0°C en los meses de enero a marzo, ocasionando

pérdidas por quemaduras en cafetales. Las mayores cantidades de lluvias medias anuales se registran en las partes altas con 2,249; 2,165 y 2,456 mm, medidas en La Majada, Los Naranjos y Salcoatitán respectivamente. En este departamento las precipitaciones mínimas medias corresponden a 1,593 mm medidos en Acajutla. Los tipos de suelo son latosoles, arcillosos, rojizos, litosoles, grumosos, regosoles, latosoles, pardo-forestales y aluviales. La topografía varía de plana a muy accidentada, con pendientes pronunciadas, generalmente mayores de 45 grados (Avelar, 1996).

Se estudiaron 40 fincas en 27 cantones y 10 municipios en los tres departamentos, distribuidas de la siguiente manera: 32 fincas en los municipios de Atiquizaya, Ahuachapán, Ataco, Jujutla, San Pedro Puxtla, Apaneca y Tacuba (departamento de Ahucachapán); 6 fincas en los municipios Santa Ana y Chalchuapa (departamento de Santa Ana) y 2 fincas en el municipio de Izalco (departamento de Sonsonate). El estudio de campo se realizó entre los meses de Marzo a Junio del 2000

3.2 Estimación del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinó con:

$$n = t^2 \alpha s^2 / D^2$$

$$n = (2)^2 6.47 / (0.7733)^2$$

$$n = 43$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

t = valor de t tabulado a un nivel de confianza del 95%

s² = 6.47, dato obtenido de publicaciones de PROCAFE

D² = precisión del 5.5 % del promedio general de producción Y=14.06 qq
oro/mz 0.055 x 14.06= 0.7733

3.3 Criterios para la selección de fincas

Las fincas de la muestra fueron seleccionadas dentro del conjunto de fincas incluidas en el estudio " Café y Biodiversidad " que está desarrollando PROCAFE en conjunto con Global Environment Facility (GEF) y el Banco Mundial. De un listado de 200 fincas se seleccionaron 40 en forma aleatoria.

Los criterios de selección de las fincas fueron:

1. Ocupación primaria del finquero debe ser la finca misma.
2. Debe manejar la finca desde hace más de cinco años.
3. Disposición a colaborar en el presente estudio.
4. Que comuniquen bien sus ideas y conocimientos.

Luego de seleccionar las fincas se estableció comunicación telefónica con los propietarios, ya que la mayoría no viven en las fincas.

3.4 Componentes de sombra

Como componentes de sombra dentro del cafetal se consideró **la función que desempeñan** las plantas del dosel y no tanto la especie botánica, pues el finquero utiliza distintas especies de sombra para un mismo fin. Por ejemplo, no se hace distinción entre un laurel (*Cordia alliodora*) y un cedro (*Cedrela odorata*), o entre un poró (*Erythrina* spp.) y una guaba (*Inga* spp.), porque el propósito que tienen dentro del cafetal es el mismo: proporcionar madera en el primer caso y dar sombra a los cafetos en el segundo. Los componentes de sombra utilizados en este estudio fueron :

Sombra-leña. Estos árboles ejercen dos funciones importantes dentro del cafetal: proporcionar una sombra de fácil regulación para el café y proporcionar leña ya sea para el consumo familiar o para la venta

Maderables. De regeneración natural o plantados. En muchos cafetales no existe un manejo planificado, sino que el finquero los selecciona, ralea, poda y cosecha de acuerdo a sus necesidades familiares y personales

Musáceas. Varias variedades de plátano y banano en asociados temporales (plátano) y semi permanentes (banano). Las musáceas se utilizan para aprovechar condiciones de suelo expuesto en renovaciones y recepas.

Cítricos. Cítricos como naranja, limón o mandarina son más abundantes y tienen mercados mejor desarrollados que los demás frutales menores, con excepción de los casos en que se manejan como cultivos de plantación.

Otros Frutales. Incluye los frutales leñosos perennes poco abundantes, el destino de la producción principalmente es el consumo familiar y venta en pequeñas cantidades. Por ejemplo *Psidium guajava*, *Mangifera indica*, *Eugenia jambos* entre otros. Estas frutas no tienen un mercado tan desarrollado como el de cítricos, musáceas, aguacates.

Leña. Árboles que en la mayoría de las fincas la leña es la principal fuente energética por que para el productor esta función es la más importante.

Montaña. Arboles cuyo origen es la regeneración natural y son especies nativas localizadas específicamente en lugares donde el hombre no ha efectuado ninguna modificación a la vegetación.

3.5 Tipos de cafetales con sombra

Los distintos "Componentes de Sombra" y sus combinaciones dan lugar a diferentes "Tipos" de cafetales. Mediante recorridos de campo, y con ayuda de técnicos de Fundación Salvadoreña para Investigación del Café (PROCAFE), se identificaron dos diferentes tipos de sombra, conformando una tipología *a priori* de los cafetales. Los tipos e cafetales identificados fueron:

Arboles de sombra y leña. Generalmente *Inga spp.* conocida comúnmente como ingas, guabas, pepetos, guamos son utilizadas como árboles de sombra y los productos que se obtienen de las podas se emplean como leña. Además hay otras especies como *Simaruba glauca*, *Diphysa robinoides*, *Lonchocarpus salvadorensis* que se utilizan con el mismo fin.

Sombra mixta. Una mezcla de especies arbóreas frutales, maderables, musáceas, cítricos, sombra-leña, leña y árboles residuales como níspero silvestre (*Manilkara zapota*), polvo de queso (*Albizia caribaea*), Izote (*Yuca elephantipes*), guistomate (*Solanum lanceolatus*).

3.6. Variables y mediciones

Se hizo un recorrido de cada finca para conocer los sistemas de producción diseño, sus componentes y manejo agronómico (Figura 2). Se recolectó la información socioeconómica mediante entrevistas y formularios (Anexo 1), y se midieron las variables biofísicas de cada finca en una parcela temporal de 50 x 20 m. El formulario incluyó la información sobre la ubicación de la finca, el propietario, la familia en los casos de que sea ésta la que labora en las actividades culturales del café, datos sobre la finca, el cafetal y el manejo agronómico del cafetal y sus costos.

Se estableció una parcela temporal con base a los siguientes criterios: representatividad del cafetal; alejados de cortinas rompevientos, maderables en linderos y caminos, regeneración natural, que no estuviera cerca de la casa; esto se hizo con el fin de evitar la sobre-representatividad de ciertas especies vegetales y evitar una sobreestimación en los resultados de abundancia (Llenderal, 1998).

En la parcela temporal de 50x20 m se midió la riqueza, la abundancia de las especies presentes en el dosel de sombra, la latitud, la longitud, altitud sobre el nivel del mar, el porcentaje de pendiente, el porcentaje de pedregosidad, el porcentaje de sombra y la estimación de la población de café. Para medir la riqueza y la abundancia de especies se consideraron solamente árboles con diámetro a la altura del pecho (dap) mayor de 10 cm y tallos adultos de musáceas. En el centro de la parcela se estableció una subparcela de unos 10 metros de largo, alineada conforme a la disposición de las hileras de cafetos. El ancho de la subparcela estuvo conformado por cuatro calles, la cual varió en cada una de las fincas, ya que no se utiliza igual distanciamiento. En esta subparcela se contaron las plantas de café y se calculó la densidad de plantación en el cafetal (Llenderal, 1998)

La medición del porcentaje de sombra se realizó como un muestreo en cuatro puntos de la parcela grande, haciendo un recorrido en zigzag dentro de la parcela se tomaron cuatro lecturas en cada punto, empleando un densiómetro esférico (densiómetro forestal). Se midió la posición de la parcela utilizando un GPS (Garmin, modelo SVRY II) y la pendiente se midió con un clinómetro (Suunto tipo KB- 14/360). El porcentaje de pedregosidad se calculó mediante una estimación del porcentaje presente en la superficie.

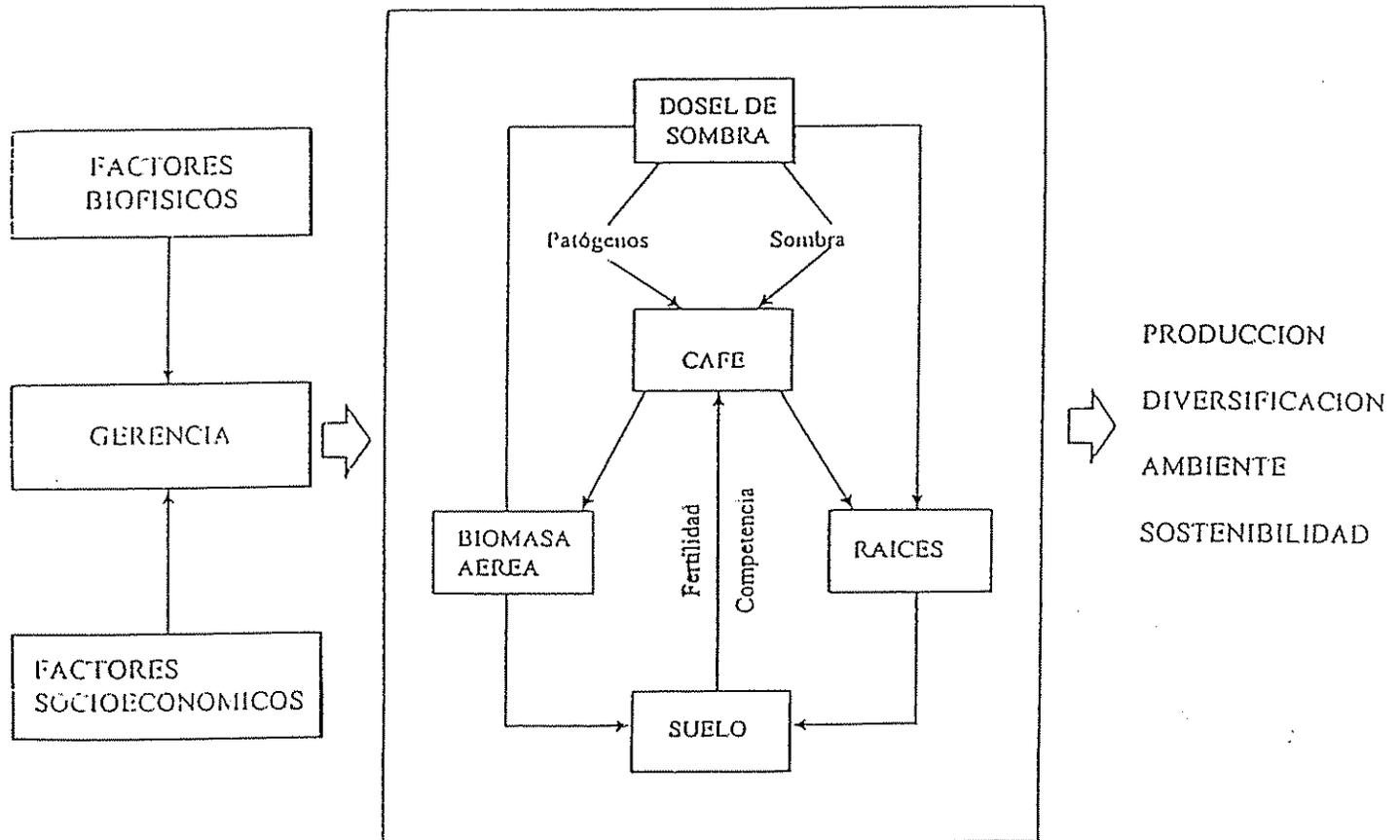


Figura 2. Modelo Agroforestal del agroecosistema cafetalero

3.7 Análisis de la información

La información de campo fue digitada en hojas electrónicas Excel en las siguientes bases de datos: 1) ubicación de la finca; 2) el propietario; 3) familia; 4) la finca; 5) el uso de la tierra; 6) problemas; 7) cafetal; 8) Parcela; 9) árboles; 10) densidad; 11) labores; 12) cosecha y 13) costos. Las variables de costos fueron calculadas empleando los precios comerciales de los agroquímicos, el costo de mano de obra pagado en la finca, la cantidad y frecuencia de cada actividad. Todas las variables fueron agrupadas por categorías : discretas, nominales, dicotómicas, ordinales y continuas (Anexo 2).

3.7.1 Caracterización de las fincas

Se estimaron estadísticas descriptivas de todas las variables biofísicas y socioeconómicas. En base a ello se hizo una descripción de las fincas considerando todas las variables recopiladas a través de los formularios.

3.7.2 Análisis de las tipologías

Las tipologías cafetaleras fueron analizadas mediante estadísticas descriptivas, ANOVAS, componentes principales (Pla 1986); conglomerados (Ludwig y Reynolds 1988) y discriminante (Ludwig y Reynolds 1988; SAS 1987). Las etapas de análisis fueron, en este orden: correlaciones, componente principales, matriz de distancia, conglomerados y discriminante.

En el análisis de correlación se utilizaron las 27 variables cuantitativas evaluadas en cada una de las fincas y se analizó la matriz de correlación para eliminar colinealidad y eliminar variables altamente correlacionadas ($|r| > 0.7$), reduciendo el número de variables a 24 (Anexo 3). Se seleccionaron los primeros componentes principales con un valor propio mayor a 1 y se identificaron las variables con

mayor peso en cada uno de ellos. Se realizó una rotación de ejes de tipo varimax para determinar la importancia del componente de predecir las variables observadas. Se calculó la matriz de distancias $d(a,b)$ entre cada par de fincas usando la distancia de Gower (Anexo 4):

$$d(a,b) = 1/p \sum |x(a) - x(b)| / \text{rango}(x)$$

El análisis de conglomerados utilizó la matriz de distancias y el método de varianza mínima de Ward (SAS Institute Inc. 1987). La prueba de pseudo t^2 se utilizó para determinar el número de conglomerados a formar. Finalmente se aplicó el análisis discriminante y el análisis discriminante canónico a los conglomerados, esto con el objetivo de explorar los factores que pueden ser responsables de los patrones observados en una clasificación. Las variables canónicas resultantes nos dieron información sobre las variables que mejor producen la agrupación.

4. RESULTADOS

4.1 Caracterización de las fincas

4.1.1 El Productor

La mayoría de fincas (77%) son administradas por mayordomos, mandadores o capataces. La finca es la principal fuente de ingresos del 100% de los productores. El 43% de los productores posee solamente una finca, el 37% tiene dos fincas, el 18% posee 3 fincas y sólo un 2% tiene 5 fincas. Administradores y propietarios tienen amplia experiencia en el manejo de fincas cafetaleras (25 años).

4.1.2 Las Fincas

La finca promedio midió 32 ha, con variaciones entre 1 – 174 ha. Esta variable no presentó una distribución normal, por lo que la mediana (8 ha) es mejor indicador de la tendencia central de esta variable. La mayor parte de las fincas son pequeñas. El área dedicada al cultivo de café tiene un promedio de 29 ha, con mediana de 8 ha. Se identificaron nueve usos de la tierra, pero el máximo número de usos de la tierra por finca fue de tres; una de cada tres fincas se dedica exclusivamente al cultivo de café. El café es la principal actividad en el 100% de las fincas.

El robo de café y otros productos del cafetal afectó al 47% de los productores. Otros problemas importantes fueron: la falta de vías de acceso (35%), la sequía (33%), sobre todo en los cafetales de bajío, la pedregosidad, escasez de mano de obra, escorrentía, plagas, delincuencia y baja producción; sólo un 5% considera que no tienen ningún problema (Cuadro1).

Cuadro 1. Número de fincas que señalan problemas para el cultivo del café

Factor	Problema en la finca
Robos	19
Vías de acceso	14
Sequía	13
Viento	12
Otros problemas	10
Pendiente	5
Nematodos	2
Sin problemas	2
Calor	1
Exceso de lluvia	1
Suelo	0
Frío	0
Nubosidad	0

4.1.3 El Cafetal

Los cafetales se encuentran ubicados entre los 550 y 1400 metros de altitud (promedio de 1038 m), en terrenos desde planos hasta con una pendiente del 55% con pedregosidad que va desde 0 hasta el 40%. El 43% de las fincas se encuentran en terrenos con pendiente mayor al 15%. Las variedades más utilizadas fueron Pacas (83%) y Bourbon (73%), los cafetales tienen una edad promedio de 22 años y el rendimiento anual varía entre 368 y 2208 kg ha⁻¹ (8 y 48 qq oro/mz, respectivamente), con un promedio de 1012 kg ha⁻¹ (22 qq oro/mz). La densidad promedio de plantación de cafetos fue 3565 plantas ha⁻¹ variando entre 1516 y 6766. El 25% de las fincas tiene un porcentaje de sombra menor al 60%. El 53% de las fincas efectúan poda apreciativa, 20% recepa total, 25% combina estos dos tipos de poda y sólo el 2% combina la recepa apreciativa con la de múltiples verticales.

El manejo del cafetal varió dependiendo del tamaño de la finca, con cinco labores culturales en las fincas más pequeñas hasta un máximo de 14 en fincas más tecnificadas. Las diez labores culturales más comunes fueron: poda de los cafetos (recepas), poda de sombra, control maleza, caleo (aplicación de cal al suelo), fertilización al suelo, fertilización foliar, deshije, control de broca, control de roya y cosecha (cuadro 2). El ciclo del cultivo se inicia después de la cosecha con la poda de cafetos en marzo. Se poda por recepa apreciativa, eliminando bandolas que presentan daños por plagas y enfermedades. Algunos finqueros podan con recepa total a alturas de 40 a 50 cm del suelo; sólo en una de las fincas se encontró recepa por múltiples verticales, la cual se caracteriza porque la planta está formada de 5 ó 6 ejes verticales, lo que permite una reducción del follaje, por lo que es posible reducir los distanciamientos y elevar al doble el número de plantas por hectárea, esta es combinada con recepa apreciativa.

Cuadro 2. Calendario de actividades de manejo en los cafetales de la zona occidental de El Salvador

Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Poda cafetos	X	X	X	X								
Poda sombra				X	X	X		X				
Control maleza					X	X	X	X	X	X		
Caleo				X		X	X					
Deshije		X				X	X	X	X			
Fertilización al suelo				X	X	X	X					
Fertilización foliar		X	X	X	X	X	X					
Control Broca					X		X	X	X	X		
Control Roya					X		X	X	X			
Cosecha	X	X	X								X	X

La fertilización foliar se inicia en febrero y se prolonga hasta el mes de julio. Se efectúa un máximo de tres aplicaciones. Más sin embargo se determinó que el 23% de los productores no efectúan ninguna aplicación. En la mayoría de las

fincas se efectúan de 1 a 3 fertilizaciones foliares, sólo una de ellas (2%) realiza 4 aplicaciones de fertilizante foliar y un 23% no efectúa ninguna aplicación foliar al cafetal. El primer deshierbe del cafetal se hace durante el mes de febrero, luego se inician los otros deshierbes en el mes de junio, prolongándose hasta el mes de septiembre. Esta actividad es desarrollada por el 45% de los productores.

La regulación de sombra es en el mes mayo (68% de los productores); sólo un 3% de los productores no regula sombra. Seguido a eso se efectúa la primera fertilización con fórmulas completas (15-15-15; 16-20-0; 0-0-60; 20-20-0; 15-15-0; 20-3-20). La dosis promedio anual es de 634 kg ha⁻¹. El 82% de los finqueros efectúa una segunda aplicación con fertilizantes nitrogenados utilizando una dosis promedio anual de 513 kg ha⁻¹. Existe un 10% de los productores que aplican abono orgánico, la dosis anual utilizada es de 536 kg ha⁻¹. Un 30 % de las fincas calean el suelo, aplicando una dosis promedio anual de 346 kg ha⁻¹.

El control de malezas se inicia al entrar las lluvias durante el mes de mayo y esta actividad se prolonga hasta el mes de octubre. El 55% de los productores realizan 2 deshierbas en el año; un 17% efectúa 3 deshierbas; el 15% no lleva a cabo esta actividad y un 13% realiza sólo una deshierba al año. Esta actividad es realizada en forma manual por el 95% de los productores. De igual manera en el mes de mayo se da inicio al control de la broca y de la roya, el cual puede ser en forma separada o simultanea. El 40% de los productores no efectúa control de plagas y enfermedades en el cafetal.

La cosecha se inicia en diciembre, pudiendo extenderse hasta el mes de marzo dependiendo de la altitud a que se encuentra la finca.

4.1.4 Dosel de sombra

Se identificaron 77 especies en el dosel de sombra y de acuerdo a su función dentro del cafetal 29% son especies de sombra, 24% de leña, 18% son frutales,

14% aportan madera y 15% tienen otros usos (Anexo 5) El pepeto peludo es la especie que se presenta con mayor frecuencia en las fincas de la región (78%), con una densidad promedio de 51 árboles ha^{-1} ; los árboles para leña constituyen el componente más abundante en los cafetales (121 árboles ha^{-1}) y se encuentran en el 100% de las fincas. El segundo lugar en abundancia corresponde a pepeto de río (27 árboles ha^{-1}) en el 58% de las fincas. El tercer lugar en abundancia corresponde para nacspirol (20 árboles ha^{-1}) en el 55% de las fincas. Los demás componentes se encuentran con menor frecuencia y con una abundancia mínima (Anexo 6). El porcentaje promedio de sombra en los diferentes cafetales fue de 52% variando entre el 20-82%.

La riqueza promedio de especies fue de 7, pero varió entre 2 y 14 especies. Existe una mayor riqueza tanto de especies utilizadas para sombra como especies maderables ($P=0.0001$). Las especies para leña por el contrario mostraron una correlación negativa.

4.1.5 Relación entre las variables

Existe una correlación positiva ($r=0.99$) y significativa ($P=0.0001$) entre la superficie sembrada con café y el área total de la finca, entre pendiente y pedregosidad ($r= 0.76$; $P= 0.0001$); las fincas ubicadas en lugares con pendientes entre los 15-55% presentaron pedregosidad entre 0 y 40%. Fincas con fuertes pendientes poseen una mayor riqueza de especies arbóreas ($P=0.0001$), frecuentemente ubicadas en zonas que aún conservan el bosque natural. Correlación significativa ($P= 0.0016$) pero bajas ($r= 0.48$) se encontraron también entre rendimiento de café y los costos de fertilizantes y el tamaño de la finca. Casos similares se presentaron entre la mano de obra y el costo de insecticidas ($P= 0.0269$; $P= 0.0117$ respectivamente); fincas grandes usan más mano de obra e insecticidas en la producción de café ha^{-1} .

4.2 Tipos de cafetales

Diez componentes principales explican el 82% de la variabilidad de los datos. El primero, tercero y séptimo están dominados por variables relacionadas al dosel de sombra (riqueza y abundancia). El segundo, octavo y noveno componentes presentan un fuerte peso en variables socioeconómicas (años de experiencia, número de fincas, área de la finca). El cuarto y décimo componente tienen mayores pesos en variables de intensidad de manejo (costo de fertilizantes, costo de funguicidas, costo de otros insumos). El quinto componente presenta un fuerte peso en variables de sitio (altitud y pendiente). Por último el componente seis se ve altamente influenciado por variables como la densidad de cafetos.

Las 40 fincas se agruparon en tres grupo usando las 24 variables cuantitativas que se seleccionaron. La matriz de distancia de Mahalanobis al cuadrado indica que los grupos 1 y 3 se parecen más entre si y el grupo 2 es el que presenta mayor diferencia con respecto a los otros dos (Cuadro 3). La matriz de distancia de Gower se utilizó para ver semejanzas entre los pares de fincas, pero en este caso las fincas mostraron comportamientos similares, no habiendo diferencias entre ellas.

Cuadro 3 Matriz de distancias [$D^2 (i/j)$] entre grupos formados con variables seleccionadas.

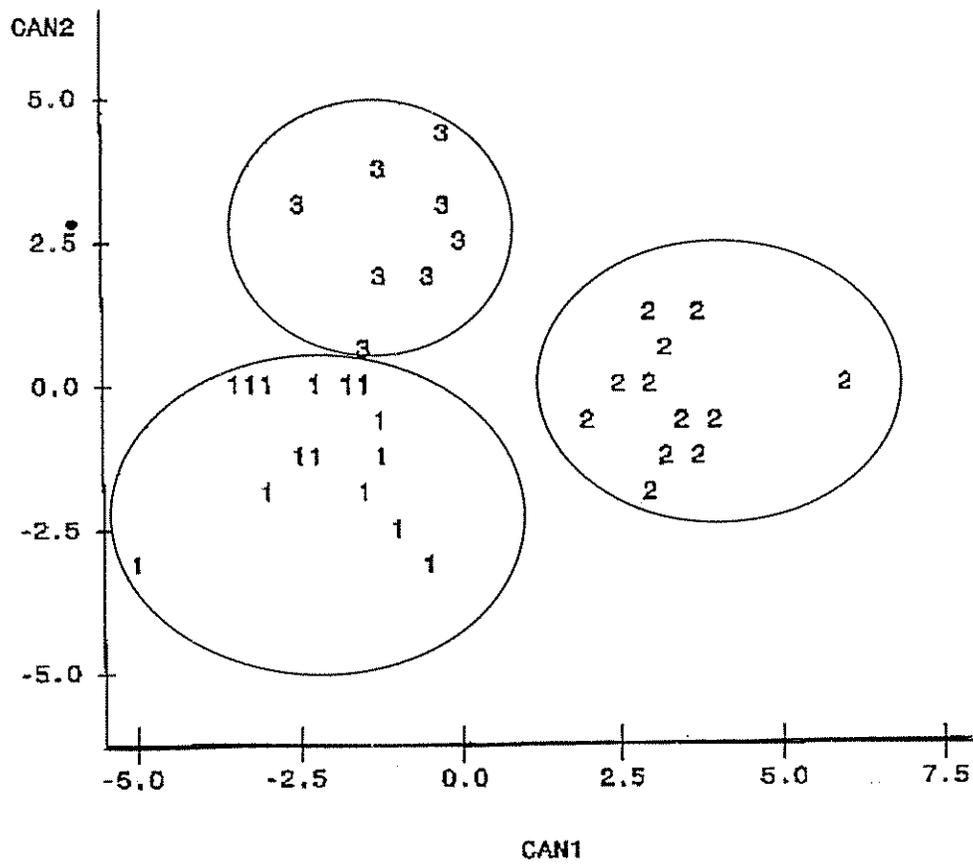
Conglomerado	1	2	3
1	0		
2	32.45586	0	
3	16.29448	29.76899	0

Al evaluar la clasificación hecha por el análisis de conglomerados por medio de un análisis discriminante este arroja una tasa de error para la validación cruzada de un 41%, el cual es relativamente alto. Sin embargo, el análisis discriminante

canónico indica que los grupos difieren significativamente entre si ($P=0.0006$). La primera variable canónica (CAN1) explica un 74% de la variabilidad total entre grupos y se encuentra dominada por las variables del dosel (abundancia de los diferentes componentes y riqueza). La segunda variable canónica (CAN2) explica sólo un 26% y no es significativa ($P=0.070$), está dominada sólo por la abundancia de especies frutales (figura 3).

Las fincas del grupo 1 miden 36 ha (con una mediana de 2 ha), con menor riqueza, la menor abundancia de plantas en el dosel (170 plantas ha^{-1}), especialmente de especies de leña, mayor densidad de cafetos (5480 cafetos ha^{-1}), menor porcentaje de sombra (47%), en zonas de menor pendiente, a una altura promedio de 1060 m, nivel medio de uso de insumos. Los costos totales del manejo de cafetal son de \$496 ha^{-1} , desglosados así: fertilizantes (\$263 ha^{-1}), mano de obra (\$172 ha^{-1}), servicios (\$41 ha^{-1}), funguicidas (\$15 ha^{-1}) e insecticidas (\$5 ha^{-1}).

En el grupo 2 están incluidos los productores de mayor experiencia (29 años en promedio), con un área promedio de 63 ha (con una mediana de 39 ha), se encuentran en los sitios más secos (5 meses de verano), menor altitud (907 m), fuertes pendientes, mayor porcentaje de sombra (59%) y la menor densidad de cafetos (4660 cafetos ha^{-1}). Los cafetales de estas fincas tienen la mayor abundancia de árboles en el dosel (270 plantas ha^{-1}), mayor riqueza, especialmente leña. Son fincas con un manejo de bajo insumo. Los costos totales del manejo de cafetal son de \$429 ha^{-1} , desglosados así: fertilizantes (\$204 ha^{-1}), mano de obra (\$192 ha^{-1}), funguicidas (\$20 ha^{-1}), insecticidas (\$10 ha^{-1}), servicios (\$2 ha^{-1}) y herbicidas (\$1 ha^{-1}).



Las fincas del grupo 3 miden 36 ha (valor de la mediana de 13 ha), se encuentran ubicadas a la mayor altura (1200 m), con 200 plantas ha⁻¹ en el dosel, especialmente leña. Los costos totales más altos (\$600 ha⁻¹), corresponden a: fertilizantes (\$365 ha⁻¹), mano de obra (\$200 ha⁻¹), herbicidas (\$17 ha⁻¹), fungicidas (\$13 ha⁻¹), servicios (\$3 ha⁻¹), insecticidas (\$1 ha⁻¹) y nematicidas (\$1 ha⁻¹).

Las fincas de los grupos 1 y 3 son planas (9-15%), tienen igual tamaño (36 ha), están a la misma altitud (1060 y 1200 m), menor riqueza de especies en el dosel, los cuatro meses secos, los propietarios o encargados menor experimentados en el cultivo del café (22-23 años).

Cuadro 4. Valores medios de las variables por tipo de cafetal

VARIABLES	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Años de experiencia	22	29	23
Area cafetal (ha)	36	63	36
Rendimiento (qq oro/mz)	23	20	21
Número de fincas	2	2	2
Número de actividades	1	1	2
Meses de verano	4	5	4
Altitud (mts)	1061	907	1201
Pendiente (%)	9	22	15
Sombra (plantas ha ⁻¹)	0.5	3.4	1.4
Maderables (plantas ha ⁻¹)	0.5	3.4	2
Cítricos (plantas ha ⁻¹)	0.4	1.1	0.4
Musáceas (plantas ha ⁻¹)	0.4	1.4	1.6
Frutales (plantas ha ⁻¹)	0.5	3	4
Leña (plantas ha ⁻¹)	14	9.6	11.6
Otros (plantas ha ⁻¹)	0	0.2	0.3
Riqueza (especies)	21	70	31
Población total(plantas ha ⁻¹)	170	270	200
Densidad cafetos ha ⁻¹	5480	4660	5108
Costo fertilizantes (\$ ha ⁻¹)	263	204	365
Costo fungicidas (\$ ha ⁻¹)	15	20	13
Costo herbicidas (\$ ha ⁻¹)	0	0.65	17
Costo insecticidas (\$ ha ⁻¹)	5	10	2
Costo mano de obra (\$ ha ⁻¹)	172	192	200
Costo material (\$ ha ⁻¹)	41	2	3
Costo total (\$ ha ⁻¹)	497	429	600

En resumen se observaron tres tipos de fincas cafetaleras en la zona de estudio: 1) cafetales con áreas intermedias (36 ha), bajos costos, diversos doseles (21 especies totales), componente leñoso, ubicadas a 1061 metros de altura, con pendiente del 9%, con un nivel de sombra del 47% y con los mayores rendimientos (conglomerado 1); 2) cafetales con áreas intermedias (36 ha), altos costos, diversos doseles (31 especies totales), componente leñoso, ubicadas a 1201 metros de altura, con pendiente del 15%, con un nivel de sombra del 52% y con el mayor costo en fertilizantes (\$365.57) (conglomerado 3); 3) cafetales con áreas grandes (63 ha), bajos costos, mayor diversidad de dosel (70 especies totales), componente leñoso, ubicadas a 907 metros de altura, con pendiente del 22%, con un nivel de sombra del 59%, menores rendimientos y menores costos en fertilizantes (\$204.14) (conglomerado 2).

5. DISCUSIÓN

El café fue introducido en El Salvador a mediados del siglo pasado, muy pronto invadió las tierras altas de los sistemas montañosos del Oriente y Occidente del país. Las condiciones climatológicas del país eran ideales para producir una cereza dulce y rica en mieles (Consejo Salvadoreño del Café, 2000). La caficultura fue experimentando cambios graduales que dieron otro panorama a los cafetales originales. La modernización del cultivo vino acompañada del aumento en las densidades de cafetos y de la sombra (Pelupessy, 1993). A inicios de la década de los 70 el Instituto Salvadoreño de Investigaciones en Café (ISIC) introdujo el género *Inga spp* como único árbol de sombra, debido a crecimiento rápido, gran capacidad de rebrote, sistema radicular profundo, mantenimiento de hojas en época seca, buena forma de copa, resistencia a plagas y enfermedades (Basagoitia, 1989; Gobbi, 2000).

Las ingas fueron adoptadas por la mayoría de los caficultores, pero otros decidieron conservar las especies nativas. En este estudio se reportaron 77 especies arbóreas que dan sombra y leña. La poda anual del bosque cafetalero es una fuente importante de leña del país, lo cual reduce la presión sobre los últimos vestigios del bosque natural (Consejo Salvadoreño del Café 2000).

5.1 Diversidad en el dosel de sombra

La diversidad de dosel de sombra en los cafetales de la Zona Occidental de El Salvador; está influenciada por la intensidad de manejo (costos de fertilizantes, funguicidas y mano de obra) y altitud. Así fincas grandes ubicadas a bajo y con época seca de 5 meses son las que poseen mayor diversidad y riqueza de especies. En estas circunstancias la sombra puede brindar ventajas al café proporcionándole mejores condiciones para la producción. Esto concuerda con otros estudios (Gobbi 2000) y con lo reportado por Fernández y Muschler (1999)

ya que el encontró que hacia alturas menores, las temperaturas suben y así el estrés ambiental para los cafetos. En estas condiciones el café tiende a disminuir su producción y la sombra ayuda a reducir el estrés ambiental. Sin embargo esto es contrario a lo encontrado en la zona norte de Tzeltal, México (Soto -Pinto *et al.*, 2000). La mayoría de estudios realizados hasta la fecha han sido enfocados a pequeños campos experimentales, los estudios en áreas de producción de los caficultores son escasos (Muschler y Bonnemann, 1997). Por lo tanto resulta difícil determinar el efecto que puedan ejercer los factores biofísicos sobre los cafetales (Beer *et al.*, 1998). La mayor abundancia de plantas en el dosel y el mayor porcentaje de sombra (59%) se asocian con fincas donde hay bajo uso de insumos, bajos ingresos y viceversa. Similares resultados fueron encontrados en los cafetales de Turrialba en Costa Rica (Llenderal, 1998).

Altos niveles de sombra resultan en bajos rendimientos. Se han recomendado niveles óptimos de 30-45% (Soto-Pinto *et al.*, 2000), 40% (Muschler, 1997). Esto concuerda con lo encontrado en este estudio donde el nivel óptimo de sombra fue de 47% proporcionando altos rendimientos.

Las ingas son comunes como sombra en México (Gallina *et al.*, 1979) y en El Salvador. Sin embargo, muchos caficultores señalan desventajas porque hay especies que pierden su follaje en la época seca y son susceptibles al ataque de insectos y defoliadores (León, 1999). A pesar de su importancia, se ha dedicado poca investigación a la resistencia de las ingas a plagas y enfermedades y a su uso como sombra en cafetales (Lawrence y Zúniga, 1996). Hasta la fecha son pocos los estudios que se han realizado para determinar si los árboles más utilizados como sombra permanente en el cultivo de café podrían ser hospederos de plagas o enfermedades. En Cuba, Sabori *et al.*, (1992) encontraron que tres especies arbóreas están asociadas a la presencia de nematodos en el cafetal.

Las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de café en las fincas estudiadas son la roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus hampei*),

pero los caficultores concuerdan en que las plagas y enfermedades dependen de la regulación y manejo del dosel de sombra y no de alguna especie en particular. Estos resultados coinciden con los encontrados por Bonilla (1999) en el estudio realizado en los cafetales del Pacífico de Nicaragua. Las fincas del grupo dos reportaron los costos más altos en funguicidas (\$20 ha⁻¹), estas fincas son las que poseen el mayor porcentaje de sombra, es decir que sombreamientos excesivos favorecen al desarrollo de las plagas y enfermedades. De acuerdo a PROCAFE (1997) condiciones de sombreamiento excesivo contribuyen a la diseminación y desarrollo de estas plagas.

5.2 Diversificación de la producción en áreas cafetaleras

La diversificación agrícola es importante desde el punto de vista económico, social y ecológico. La inestabilidad del mercado internacional del café así como la necesidad de producir alimentos, han motivado a los productores a diversificar la finca cafetalera. La diversificación es una manera de manejar variabilidad en el ambiente biofísico o económico (Grain 2000; Somarriba, 1993). La diversidad biológica puede ofrecer rendimientos económicos importantes a los caficultores (Reeves y Lillieholm, 1993).

El uso de sombra mixta en El Salvador es fuente de ingresos a corto plazo y productos de autoconsumo y subsistencia familiar. Las especies para sombra y leña fueron las más abundantes en las fincas cafetaleras estudiadas; la leña es la principal fuente de energía para las familias rurales y existe una alta demanda por leña. El 76% de los hogares de la zona cafetalera cocinan con leña colectada en los cafetales. Todas las especies forestales asociadas a los cafetales son utilizadas para leña sin ninguna preferencia. El comercio de la leña no constituye la actividad principal de los cafetaleros en el país, sin embargo, su venta subsidia en alto porcentaje las prácticas de poda (Leiva, 1997). Con la poda anual que se

hace en el bosque cafetalero se reduce la presión de la población sobre los últimos vestigios del bosque natural (Consejo Salvadoreño del Café, 2000).

Las fincas grandes presentan mayor riqueza y abundancia de árboles, porque se ubican en zonas donde aún se encuentran árboles remanentes de los bosques naturales (Galloway y Beer, 1997). Los propietarios de estas fincas no viven exclusivamente de la producción de café ya que tienen otras fuentes de ingresos más fuertes (Malla 2000). Los pequeños caficultores viven de una agricultura de subsistencia, teniendo muchas veces que diversificar la producción dentro de la finca y no diversificar la sombra en el cafetal, ya que para ellos esto no reporta ganancias y muchos de ellos prefieren dejar el trabajo en la finca y emigrar a las grandes ciudades para trabajar en otras áreas no agrícolas.

5.3 Tipologías cafetaleras en la Zona Occidental de El Salvador

El análisis de la matriz y de los componentes principales permitió reducir la dimensionalidad de 27 a 24 variables. Las variables socioeconómicas (costos de fertilizantes, funguicidas, mano de obra e insecticidas) son responsables de la clasificación realizada por medio del análisis de conglomerados, ya que difieren entre las fincas. Las variables relacionadas al dosel de sombra también tienen peso en la agrupación de las fincas. El área del cafetal y condiciones de sitio (pendiente, duración del verano y altura) como variables biofísicas tienen peso en la agrupación de fincas obtenidas estadísticamente.

Jiménez Avila (1979) menciona en su estudio realizado en Veracruz, México que son muchos los factores que interfieren en la estructura de fincas cafetaleras. Las condiciones ecológicas de cada sitio están relacionadas, en gran parte con la estructura de los cafetales y esto contribuye a tener diferentes tipologías. El planteó que de acuerdo a la estructura arquitectónica los cafetales de esta región pueden clasificarse en cuatro tipos: 1) cafetal mixto; 2) cafetal con árboles de

sombra de *Inga jinicuil*; 3) cafetal con árboles de sombra de *Inga leptoloba* y 4) cafetal al sol. Esto coincide con lo encontrado en los cafetales del occidente de El Salvador, porque pudo identificarse que existen dos tipologías en base a la estructura arquitectónica: 1) cafetal mixto y 2) cafetal con sombra de ingas, donde se utilizan 5 especies diferentes: *Inga punctata*, *Inga minutula*, *Inga vera*, *Inga ruiziana* e *Inga paterno*.

Por otro lado, en una evaluación de los sistemas de producción de café en Córdoba, Veracruz, Fuentes Flores (1979), clasificó los sistemas cafetaleros en tres tipos diferentes: 1) sistema rusticano; 2) sistema tradicional y 3) sistema de plantación. El autor propone una caficultura diversificada combinando árboles frutales y de sombra con los cafetos. En este estudio es posible observar que el cultivo del café está determinado por condiciones climáticas y fisiográficas que son limitantes para una agricultura más intensiva. Asimismo, el sistema tradicional, es el más difundido en México y es propio de pequeños productores que al carecer de medios económicos y tecnológicos para establecer café en monocultivo, diversifican su cafetal para utilizar los subproductos y excedentes de la fincas.

En México, Moguel y Toledo (1999), clasificaron los sistemas cafetaleros de acuerdo al nivel de manejo y a la estructura de la vegetación en: 1) rústico tradicional; 2) sistema tradicional de policultivos; 3) sistema comercial de policultivos; 4) sistema de monocultivo bajo sombra y 5) sistema de monocultivo a pleno sol. Ellos concluyen que los sistemas cafetaleros mexicanos se localizan en porciones de gran importancia biogeográfica y ecológica, además el sistema rústico tradicional y tradicional de policultivos son los que poseen mayor riqueza de especies, encontrando de 90-120 especies diferentes.

De acuerdo a los criterios de clasificación de los sistemas cafetaleros mexicanos, los cafetales de este estudio pueden agruparse de la siguiente manera: 1) sistema tradicional de policultivos (grupo 2); 2) sistema comercial de policultivos

(grupo 3) y 3) sistema de monocultivo bajo sombra (grupo 1). El sistema tradicional se caracteriza por tener especies nativas de la zona, es decir, remanentes de bosques, posee la mayor riqueza de especies, estar localizado en bajío, con bajas densidades de cafetos y bajos rendimientos. El sistema comercial tiene mayor densidad de cafetos, las especies arbóreas no necesariamente son nativas (*Musa sp.*, *Persea americana*, *Citrus sinensis*, *Citrus aurantium* y otras), además se encuentran especies fijadoras de nitrógeno como *Inga spp.*, y las fincas de este grupo son de altura. El sistema de monocultivo bajo sombra se caracteriza por tener a las Ingas como dosel de sombra, tiene la menor riqueza de especies, la mayor densidad de cafetos, los más altos rendimientos y son fincas de altura. Estos resultados coinciden con los encontrados por Gobbi 2000 en un estudio efectuado en la zona occidente de El Salvador.

Los cafetales salvadoreños presentaron la mayor riqueza y abundancia de especies en fincas más grandes, con los más bajos costos en insumos y con los menores rendimientos. Esto puede deberse a que son fincas ubicadas en áreas de bosque remanente, con mayores pendientes (22%) y donde la intervención humana para extraer los árboles del bosque ha sido mínima. Pero de acuerdo a los estudios llevados a cabo por Fuentes (1979), Lagemann y Heuveldop (1983), Espinoza (1983, 1986), Villatoro (1986), Escalante et al. (1987), Llanderal (1998) y Bonilla (1999) los sistemas con más riqueza se encuentran en las fincas más pequeñas, con baja intensidad de manejo y bajo nivel socioeconómico. En el caso de los cafetales salvadoreños los resultados no fueron iguales a los que estos estudios han registrado, ya que la mayor riqueza se encontró en cafetales grandes, con los más bajos costos en insumos y con los menores rendimientos.

6. CONCLUSIONES

1. La intensidad de manejo (costos de fertilizantes, funguicidas y mano de obra) y el dosel de sombra son las variables socioeconómicas determinantes en las decisiones que el caficultor toma para el manejo de la sombra. La duración de la época seca y altitud son también determinantes en el diseño y manejo del cafetal.
2. Fincas grandes tienen una mayor diversidad y riqueza de especies.
3. Se registraron 77 especies en el dosel de sombra de los cafetales estudiados. Las especies de leña fueron las más abundantes.
4. Las especies del género *Inga spp.* son las más utilizadas como dosel de sombra en todas las fincas y se reportó en todas las fincas.
5. El principal problema que atraviesan los caficultores salvadoreños es el robo del café y otros productos dentro de sus propiedades.
6. La roya y la broca fueron las principales plagas y enfermedades. Los productores no asocian la incidencia de estas plagas con alguna especie en particular, dando mayor importancia al manejo y regulación de la sombra.

7. RECOMENDACIONES

1. Estudiar las otras zonas cafetaleras de El Salvador.
2. Debido a que las variables biofísicas han sido siempre objeto de estudio, es necesario, promover investigaciones enfocadas al estudio de las variables socioeconómicas.
3. PROCAFE debe desarrollar mayor trabajo en el campo agroforestal y trabajar junto a los caficultores, ofreciendo talleres de capacitación que involucren directamente al productor.
4. Promover el intercambio de los caficultores salvadoreños con los de otros países para conocer el manejo de los sistemas agroforestales.

8. LITERATURA CITADA

- ARIAS, S. 1988. Los subsistemas de agroexportación de El Salvador: El café, El algodón el azúcar. UCA editores, San Salvador, El Salvador. 413 p.
- AVELAR, J.; SÁNCHEZ, M. 1996. Evaluación de la transferencia de tecnología del cultivo del café en la zona occidental de El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador. 96 p.
- BASAGOITIA, C. R. 1989. Uso y manejo de sombra en cafetales. *In: Técnicas Modernas para el cultivo del café en El Salvador*. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café en El Salvador. Nueva San Salvador, El Salvador. P. 87-97.
- BEER, J. 1995. Efectos de los árboles de sombra sobre la sostenibilidad de un Cafetal. Boletín PROMECAFE 68: 13-18.
- BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. 1998. Shade management in Coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38: 139-164.
- BONILLA ZÚÑIGA, G. 1999. Tipologías cafetaleras en el pacífico de Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- CONSEJO SALVADOREÑO DEL CAFÉ. 2000. Caficultura en El Salvador. San Salvador, El Salvador. Consultado 10 oct. 2000. disponible en <http://www.consejocafe.org.sv>
- CHOUSSY, F. 1950. Fases de la evolución de la industria del café en El Salvador. Biblioteca Universitaria, San Salvador, El Salvador. 145 p.

- _____. 1976. Flora Salvadoreña. 2ª ed. Editorial Universitaria, San Salvador, El Salvador. 60 p.
- ESCALANTE, E.; AGUILAR, A.; LUGO, R. 1987. Identificación, evaluación y distribución espacial de especies utilizadas como sombra en sistemas tradicionales de café (*Coffea arábica*) en dos zonas del estado de Trujillo, Venezuela. *Venezuela Forestal* 3(11): 50-62.
- ESCALANTE, E. 1997. Café y agroforestería en Venezuela. *Agroforestería en las Américas* 4(13): 21-24.
- ESCOBAR, G.; BERDEGUÉ, J. 1990. Conceptos y metodologías para la tipificación de sistemas de finca: la experiencia de RIMISP. *In: Escobar, G y Berdegué J. (eds). Tipificación de sistemas de producción agrícola. RIMISP, Santiago de Chile. P. 13-43.*
- ESPINOZA P., L. 1983. Estructura general de cafetales de pequeños agricultores. *In: Heuvelop, J. Y Espinoza, L. (eds). El componente arbóreo en Acosta Puriscal, Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. P. 72-84.*
- ESPINOZA P., L. 1986. El componente arbóreo en el sistema agroforestal "cafetal arbolado" en Costa Rica. *El Chasqui* No. 12: 17-22.
- FERNÁNDEZ, C. E.; MUSCHLER, R. 1999. Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. *In: Benoit, B y Rapidel B. (eds). Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA-PROMECAFE San José, Costa Rica. P. 69-96.*
- FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ- PROCAFE Manual del caficultor salvadoreño. 169p.

- FUNDACION SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ-
PROCAFE. Boletín Estadístico de La Caficultura Salvadoreña. 19p.
- FUNDACION SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ-
PROCAFE. Reporte de la caficultura Nacional. Segundo congreso
nacional Cafetalero. 8p.
- FUENTES. F., R. 1979. Sistemas agrícolas de producción de café en México. In:
Salas G. de las (ed). Taller Sistemas Agroforestales en América Latina:
Actas. (Marzo 1979, Turrialba). CATIE, Turrialba, Costa Rica. P. 62-75.
- GALLINA, S.; MANDUJANO, S.; GONZÁLEZ-ROMERO, A. 1996. Conservation
of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz,
México. *Agroforestry Systems* 33: 13-27.
- GALLOWAY, G.; BEER, J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en
cafetales en América Central. CATIE (C.R.). Serie Técnica. Informe
Técnico No 285. 168p.
- GENTRY, A.H. 1996. A field guide to the families and genera of woody plants of
northwest south america (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary
notes on herbaceous taxa. The University of Chicago Press, USA. 895p.
- GOBBI, J.A. 2000. Is biodiversity-friendly coffee financially viable? An analysis of
five different coffee production systems in western El Salvador. *Ecological
Economics* 33:267-281.
- GRAIN, 1998. Biodiversidad, sustento y culturas: La agricultura basada en la
diversidad biológica produce más. (en línea). Consultado 10 oct. 2000.
Disponible en <http://www.grain.org>.

- GUZMÁN, D. J. 1975. Especies útiles de la flora salvadoreña. 3ª ed. Ministerio de Educación, San Salvador, El Salvador. 684 p.
- JIMÉNEZ AVILA, E. 1979. Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero I. Estructura de los cafetales de una finca cafetalera en Coatepec Ver., México *Biótica* 4(1): 1-12.
- LAGEMANN, J.; HEUVELDOP, J. 1983. Characterization and evaluation of agroforestry systems: the case of Acosta-Puriscal, Costa Rica. *Agroforestry Systems* 1: 101-115.
- LAWRENCE, A.; ZÚNIGA, R.A. 1996. The role of farmers' knowledge in agroforestry development: a case study from Honduras and El Salvador. The University of Reading, AERDD Working Paper 96/5.
- LEIVA, J.M. 1997. Estudio regional de los sistemas agroforestales con café. Definición de políticas y mecanismos de promoción. Programa Cooperativo Regional para El Desarrollo tecnológico y modernización de la cafcultura. Guatemala. 37p.
- LEON, J. 1999. Inga as shade for coffee, cacao and tea: Historical aspects and present day utilization. In: *The genus ingas*. The Royal Botanic Gardens, Kew. P. 101-115.
- LEON, J.; POVEDA, L.J. 2000. Nombres comunes de las plantas en Costa Rica. Sánchez-Vindas, P. (ed.). Editorial Guayacán, San José, Costa Rica. 915p.
- LLANDERAL OCAMPO, T. 1998. Diversidad del dosel de sombra en cafetales de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 59p.

- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. 1988. *Statistical ecology*. John Wiley & Sons. New York. 337 p.
- MAGURRAN, A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. Barcelona. 200p.
- MALLA, Y. B. 2000. Farmers' tree management strategies in a changing rural economy and factors influencing decisions on tree growing in Nepal. *International tree crops journal* 10: 247-266.
- MARTEN, G.G.; SANCHOLUZ, L.A. 1981. Estudio ecológico de las zonas cafetaleras de Veracruz, Puebla, Hidalgo y Tamaulipas: Evaluación estadística de los muestreos. *Biótica* 6 (1): 7-32.
- MARRERO, J.; WADSWORTH, F.H. 1967. *Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes* Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico. 827p.
- MC INTOSH, R.P. 1967. An index of diversity and the relation of certain Concepts to diversity. *Ecology* 48: 392-404.
- MEJÍA, C. 1998. *Propuesta para el desarrollo autosostenible de la caficultura orgánica en El Salvador a través de su análisis*. CENTA, San Salvador, El Salvador. 60p.
- MÉNDEZ, J.C.; BENOIT-CATTI, M. 1994. Intensificación de la caficultura de los pequeños productores de Guatemala. Una tipología. *Café, cacao, thé* 38 (2): 125-133.
- MOGUEL, P; TOLEDO, V.M. 1999. Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. *Conservation Biology* 13 (1): 11-21.

- MUSCHLER, R.G. 1997. Efectos de sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* vars. Caturra y Catimor. Memorias del XVIII Simposium Latinoamericano de Cafecultura, San José, Costa Rica. pp. 157-162.
- MUSCHLER, R.G.; BONNEMANN, A. 1997. Potentials and limitations of agroforestry for changing land-use in the tropics: experiences from Central America. *Ecology Management* 91: 61-73.
- MUSSAK, M.F.; LAARMAN, J.G. 1989. Farmer's production of timber trees in the cacao – coffee region of coastal Ecuador. *Agroforestry Systems* 9: 155- 170.
- PELUPESSY, W. 1993. El mercado mundial del café: el caso de El Salvador. Editorial Dei, San José, Costa Rica. 199 p.
- PIELOU, E.C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York, United States. 65p.
- PLA, L.E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Editora Eva Vchesneau. Monografía No 27. 94p.
- REEVES, L.; LLIEHOLM, R. 1993. Reducing financial risk in agroforestry planning: a case study in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 21: 169-175.
- RICE, R.A.; WARD, J.R. 1997. El café, la conservación ambiental y el comercio en el hemisferio occidental. Centro de Aves Migratorias Smithsonian Institution y NRDC, Nueva York, United States. 51p.
- SABORI, I.; CABRERA, M.; LÓPEZ, C. MUIÑA, M. 1992. Determinación de las plantas de sombra, coberturas vivas y malezas susceptibles a nemátodos nodulares. *Revista Baracoa* 22(1): 21-28.

- SAS Institute Inc. 1987. SAS/STAT guide for personal computers, versión 6 edition SAS Institute Inc., Cary, NC. 1028 p.
- SOMARRIBA, E. 1993. Cacao-plátano-madera: la diversificación agroforestal como herramienta para manejar la variabilidad en precios de productos agrícola *In*: Salazar, R. (ed.). Memorias de la Semana Científica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (1): 51.
- SOMARRIBA, E.; LLANDERAL, T. 1999. Diversidad del dosel de sombra en cafetales de Turrialba, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas*: 6(23); 30-32.
- SOTO-PINTO, L.; PERFECTO, I.; CASTILLO-HERNÁNDEZ, J.; CABALLERO-NIETO, J. 2000. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas Mexico. *Agriculture Ecosystems & Environment* 80: 61-69.
- VILLATORO P., R.M. 1986. Caracterización del sistema agroforestal café-especies arbóreas en la cuenca del Río Achiguate, Guatemala. Tesis Ing. Agr. San Carlos, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala 152p.

9. ANEXOS



Anexo 1. Formato de recolección de la información

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
(CATIE) - PROCAFE**

**ENCUESTA PARA REALIZAR ANALISIS DE LAS TIPOLOGIAS Y
DIVERSIDAD DEL DOSEL DE SOMBRA EN CAFETALES DE EL SALVADOR**

A. ANALISIS DE LOS FACTORES

I. UBICACIÓN

- 1. FINCA No. _____ NOMBRE DE LA FINCA: _____
- 2. FECHA (DDMMAA): _____
- 3. CANTON: _____
- 4. MUNICIPIO: _____
- 5. DEPARTAMENTO: _____
- 6. PAIS: El Salvador
- 7. NOMBRE DEL ENCUESTADOR: _____

II. EL PROPIETARIO

- 8. NOMBRE DEL PROPIETARIO: _____
- 9. EDAD DEL PROPIETARIO: _____
- 10. AÑOS DE EXPERIENCIA CON EL CULTIVO DEL CAFÉ: _____

En caso de que el informante sea distinto del propietario:

- 11. NOMBRE DEL INFORMANTE: _____
- 12. CARGO DEL INFORMANTE: _____
- 13. AÑOS DE EXPERIENCIA CON EL CULTIVO DEL CAFÉ: _____

14. HISTORIA USO DE LA TIERRA, OBJETIVOS Y FUTURO SEGUN PROPIETARIO

19. USO DE LA TIERRA Y VALORACION DE SU IMPORTANCIA DE ACUERDO A LA VISION 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) al siguiente uso más importante, y así sucesivamente.

USO TIERRA	AREA (mz)	IMPORTANCIA
Cafetal		

20. 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 LLUVIA	
5	FRIO	
6	CALOR	
7	TOPOGRAFIA	
8	VIAS DE ACCESO	
9	SUELO	
10	ROBO	
11	OTRO ()	
12	SIN PROBLEMAS	

21. ¿CUALES SON LOS MESES SECOS (VERANO)?: _____

22. CROQUIS DE LA FINCA

30. DESCRIPCION DE LOS DOSELES DE SOMBRA (Estimar % máximo de sombra; describir alturas, estratificación vertical, estado fenológico, homogeneidad en distribución espacial de sombra, riqueza, comentarios sobre la vegetación de la regeneración natural y alguna otra observación relevante).

B. ANALISIS GERENCIAL

1. ¿Cómo sería el tipo de sombra si el tamaño de la finca fuera...?

TAMAÑO (mz)	COMPOSICION	RANKING (1=más abundante)
1.5		
7		
14		
28		
>57		

2. ¿Cómo sería el tipo de sombra si la finca estuviera ubicada a....?

ALTITUD (en metros)	COMPOSICION	RANKING (1=más abundante)
Bajo		
Media altura		
Estricta altura		

3. ¿Cómo sería el tipo de sombra si los precios del café durante los siguientes cinco años fueran...?

PRECIO DEL CAFÉ EN PROXIMOS 5 AÑOS	COMPOSICION	RANKING (1=más abundante)
Constantemente altos (buenos precios)		
Constantemente bajos (malos precios)		

3. ¿Cuánto es un buen precio de café para usted?

4. ¿Cuánto es un mal precio de café para usted?

5. ¿Cómo sería la fertilización si los precios del café durante los siguientes cinco años fueran...?

PRECIO DEL CAFÉ EN PROXIMOS 5 AÑOS	NIVEL DE FERTILIZACION (qq/mz/año)			
	alto	medio	bajo	Cero
Constantemente altos				
Constantemente bajos				

6. ¿Cómo sería la fertilización si hay mucha o poca sombra?

NIVEL DE SOMBRA	NIVEL DE FERTILIZACION (qq/mz/año)			
	alto	medio	bajo	Cero
Sombra sin regulación (mucha sombra)				
Sombra regulada (poca sombra)				
Plena exposición (al sol)				

7. ¿Cómo es la producción de café si varían los niveles de sombra y fertilización? (Asignar el número 4 a la combinación de niveles donde se alcanza el máximo y 1 al mínimo de producción)

		FERTILIZACION	
		ALTA	BAJA
S O M B R A	MUCHA		
	POCA		

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

PLAGAS Y ENFERMEDADES	IMPORTANCIA
Broca	
Roya	
Minador	
Cochinilla	
Ojo de gallo	
Mancha de hierro	
Antracnosis	
Matapalos	
Otro:	

9. ¿Cuáles son las plagas y enfermedades que aparecen bajo la sombra de...? (Si no sabe, escribir "no sabe". Listar especies de cada componente).

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

Anexo 2. Variables del estudio

YEARSEXP: Años de experiencia en el cultivo del café

FINCAS: Número de fincas que posee

NUMACTIV: Principales actividades del finquero y su importancia

VERANO: Número de meses que normalmente son secos

MADE: Número de especies maderables

CITR: Número de cítricos

MUSA: Número de musáceas

FRUT: Número de especies frutales

FIRE: Número de especies para leña

SOMB: Número de especies para sombra

OTRO: Número de especies para otros usos

RIQUEZA: de las especies arbóreas

PLOTPOP: población total del componente arbóreo

AREAMZ: Area total del cafetal (mz)

YIELD: Rendimientos (qq oro/mz)

ALTITUD: Altura sobre el nivel del mar (m)

SLOPE: Pendiente (%)

CAFETOMZ: Población total de cafetos

FERT: Costo de fertilizantes (\$/ha/año)

FUNG: Costo de fungicidas (\$/ha/año)

HERB: Costo de herbicidas (\$/ha/año)

INSE: Costo de insecticidas (\$/ha/año)

MANO: Costo de mano de obra (\$/ha/año)

MATE: Costo de materiales (\$/ha/año)

Anexo 4. Distancias entre fincas

The SAS System 11:26 Thursday, August 17, 2000

	FINCA	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	
1	266	0.00000																				
2	267	0.15664	0.00000																			
3	268	0.21612	0.21413	0.00000																		
4	269	0.28556	0.18694	0.33380	0.00000																	
5	270	0.24610	0.23525	0.30607	0.20116	0.00000																
6	271	0.21656	0.18498	0.18785	0.25570	0.24041	0.00000															
7	272	0.24041	0.20370	0.25514	0.25937	0.19814	0.00000															
8	273	0.26988	0.22885	0.29835	0.29350	0.30087	0.24076	0.12311	0.00000													
9	274	0.16401	0.16813	0.16651	0.22019	0.19053	0.18257	0.22589	0.30581	0.00000												
10	275	0.19161	0.16408	0.20517	0.22670	0.18045	0.18880	0.22748	0.31935	0.04482	0.00000											
11	276	0.20072	0.11398	0.24821	0.17758	0.21451	0.18751	0.21412	0.30141	0.11170	0.09151	0.00000										
12	277	0.30140	0.23753	0.29484	0.24100	0.25985	0.28182	0.20517	0.20392	0.33007	0.34817	0.29902	0.00000									
13	278	0.16235	0.13253	0.20698	0.23439	0.19239	0.16616	0.28278	0.23783	0.11239	0.14854	0.14460	0.30780	0.00000								
14	279	0.27808	0.20220	0.32423	0.28760	0.28671	0.27783	0.22481	0.26287	0.25116	0.26158	0.22761	0.33784	0.23694	0.00000							
15	280	0.30176	0.25004	0.38376	0.37858	0.33480	0.36558	0.33374	0.27021	0.35334	0.35057	0.31985	0.31884	0.30025	0.32803	0.00000						
16	281	0.30395	0.25004	0.38376	0.37858	0.33480	0.36558	0.33374	0.27021	0.35334	0.32075	0.29085	0.29798	0.27007	0.26807	0.13874	0.00000					
17	282	0.21072	0.19607	0.18750	0.24650	0.19078	0.20880	0.20085	0.29221	0.08532	0.10666	0.16424	0.32064	0.12683	0.21042	0.30071	0.30517	0.09000				
18	283	0.19456	0.17229	0.22888	0.21939	0.21637	0.24716	0.21180	0.30328	0.11174	0.11615	0.13368	0.30635	0.17589	0.24840	0.36820	0.33475	0.12368	0.00000			
19	284	0.30981	0.26804	0.29250	0.25481	0.25503	0.25725	0.20070	0.28419	0.28455	0.29081	0.29487	0.22402	0.28428	0.32717	0.43208	0.37588	0.29348	0.25513	0.00000		
20	285	0.27275	0.18972	0.20853	0.26331	0.28733	0.24068	0.20803	0.35526	0.16258	0.15798	0.17293	0.35095	0.19352	0.24888	0.37403	0.34047	0.16102	0.14151	0.29797	0.00000	
21	286	0.28892	0.20288	0.35309	0.23403	0.26432	0.25332	0.27000	0.27084	0.23507	0.25924	0.21975	0.34086	0.19379	0.30348	0.26576	0.25897	0.23433	0.27392	0.38721	0.31953	
22	287	0.22148	0.13836	0.32312	0.21746	0.19641	0.22975	0.19935	0.19618	0.22800	0.22516	0.17031	0.28043	0.16283	0.20123	0.22813	0.16923	0.24084	0.22815	0.28953	0.24813	
23	288	0.21298	0.16042	0.34071	0.25488	0.22128	0.26378	0.21328	0.19786	0.23717	0.24891	0.18408	0.29368	0.17780	0.22847	0.19814	0.25009	0.25127	0.35112	0.28685		
24	289	0.29208	0.24655	0.38089	0.28281	0.22260	0.28820	0.26000	0.29779	0.27779	0.28744	0.25737	0.31989	0.23968	0.29582	0.23310	0.21086	0.30047	0.28943	0.36478	0.31750	
25	290	0.16712	0.13321	0.28911	0.21539	0.17614	0.25651	0.14148	0.18775	0.17811	0.18984	0.17914	0.25436	0.13118	0.20927	0.23728	0.20507	0.16558	0.18025	0.25916	0.25049	
26	291	0.16156	0.15818	0.27139	0.25634	0.17821	0.25909	0.19386	0.19818	0.17839	0.19989	0.19443	0.28498	0.13117	0.25313	0.22887	0.21512	0.16872	0.21652	0.30870	0.25939	
27	292	0.19561	0.20514	0.20644	0.27828	0.23361	0.23941	0.24691	0.20289	0.10254	0.15202	0.20499	0.36328	0.11543	0.28433	0.33968	0.33838	0.11381	0.14832	0.33203	0.19071	
28	293	0.21747	0.20172	0.29378	0.26087	0.23971	0.25468	0.24313	0.25333	0.16025	0.18604	0.20663	0.34404	0.16688	0.30891	0.33863	0.29317	0.17231	0.21506	0.33228	0.27648	
29	294	0.20460	0.23271	0.17419	0.32816	0.23711	0.17203	0.20111	0.21293	0.16982	0.18825	0.22168	0.30000	0.14818	0.29529	0.34516	0.30844	0.19620	0.25827	0.28595	0.29237	
30	295	0.23524	0.19105	0.31483	0.18509	0.18655	0.26385	0.18098	0.22323	0.22221	0.22848	0.21575	0.24964	0.16016	0.24628	0.27739	0.23625	0.21490	0.19261	0.24892	0.24003	
31	296	0.25730	0.21698	0.22958	0.23643	0.24260	0.27475	0.31804	0.16060		0.17581	0.19938	0.38867	0.15052	0.23613	0.32894	0.34005	0.13771	0.17312	0.33280	0.19576	
32	297	0.17324	0.21290	0.21113	0.23521	0.20631	0.21989	0.21534	0.29040	0.08344	0.19520	0.18023	0.28224	0.15428	0.26433	0.38101	0.31473	0.08978	0.10755	0.30783	0.21659	
33	298	0.23460	0.22433	0.20596	0.28751	0.23773	0.21894	0.24092	0.31381	0.11858	0.14249	0.18349	0.36119	0.14379	0.24955	0.30008	0.24442	0.08328	0.19034	0.34655	0.20604	
34	299	0.21510	0.18525	0.24010	0.25347	0.24359	0.18485	0.24677	0.28487	0.15225	0.14410	0.16484	0.37831	0.13187	0.23956	0.28839	0.24090	0.14250	0.18075	0.33918	0.19584	
35	300	0.16623	0.26020	0.35444	0.20487	0.12840	0.31057	0.28409	0.30480	0.28314	0.27618	0.27720	0.21559	0.27580	0.25907	0.33808	0.29579	0.25284	0.25158	0.25428	0.23520	
36	301	0.22632	0.16420	0.17933	0.23291	0.14257	0.19651	0.17224	0.26048	0.16163	0.17901	0.20077	0.23922	0.18055	0.22423	0.38852	0.33388	0.19172	0.18238	0.19964	0.23873	
37	302	0.12078	0.12080	0.20993	0.22328	0.18230	0.19951	0.17224	0.26048	0.16163	0.14432	0.14103	0.27042	0.18055	0.24243	0.30478	0.27100	0.16433	0.10793	0.23417	0.19110	
38	303	0.21064	0.18930	0.18038	0.22112	0.17147	0.15182	0.10182	0.15643	0.15892	0.14086	0.21428	0.21106	0.14658	0.23959	0.33868	0.27582	0.18772	0.21083	0.18998	0.25034	
39	304	0.20401	0.15722	0.24108	0.16776	0.15817	0.18512	0.21448	0.28027	0.12064	0.14086	0.12478	0.26868	0.13412	0.20568	0.34729	0.32834	0.15081	0.15632	0.25850	0.21030	
40	305	0.20803	0.16692	0.15587	0.23212	0.19814	0.21225	0.23271	0.26932	0.10268	0.12088	0.17231	0.32316	0.12215	0.19465	0.33217	0.29157	0.07623	0.13361	0.28937	0.13340	

Anexo 5. Usos de especies del dosel de sombra en cafetales del Occidente de El Salvador.

Uso	Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Sombra	Caulote San Andrés Alice Matasano Suqinay Higuerillo Sangre de perro Cacao Guamito Nogal Guarumo	Guazuma ulmifolia Tecoma stans Magnolia portorricenses Casimiroa edulis Desconocido Ricinus communis Neea psychotriodes Theobroma cacao Inga laurina Juglans spp. Cecropia spp.	Bellota Cafecillo Tapaloyote Guachipilín Cuernavaca Vara negra Cachilaguaca Salamate Almendro de Río Floripundia Copalchi	Sterculia apetala Caseira silvestri Desconocido Diphysa robinoides Solanum bansii Cordia cana Ficul glabrata Desconocido Andira inermis Datura stramonium Crotón reflexifolius
Maderable	Laurel Volador Cedro Eucalipto Chaperno Maquilishuat Ronrón	Cordia alliodora Terminalia oblonga Cedrela odorata Eucalyptus spp. Lonchocarpus minimiflorus Tabebuia rosea Astronium graveolens	Cortez Blanco Roble Gravileo Conacaste Caoba Nispero silvestre Bálsamo	Tabebuia chrysantha Licania arborea Gravillea robusta Enterolobium cyclocarpum Swietenia spp. Manilkara zapota Miroxylon balsamun
Leña	Pepeto peludo Nacaspilo Pepeto de río Madre cacao Limoncillo Pepeto negro Paterno Pito, Poró Tatascamite	Inga punctata Inga minutula Inga vera Gliricidia sepium Amonis gricea Inga ruiziana Inga paterno Erythrina berteroana Lipia miriocephala	Mulo Zapato de mico Mario Chaquiro Aceituno Sangre de toro Nacasirol Guachipilín Cincho	Rosa sempervirens Apeiba tiborbou Desconocido Colubrina ferruginosa Simaruba glauca Boconia arborea Inga sapindoides Diphysa robinoides Lonchocarpus salvadorensis
Frutal	Mango Manzana rosa Marañón Icaco Aguacate Zapote Guayaba Jocote	Mangifera indica Eugenia jambos Anacardium occidentale Licania spp. Persea americana Calocarpum mammosum Psidium guajava Spondias mombin	Papaya Mamón Macadamia Limón Naranja Guineo, banano Marañón japonés	Carica papaya Melicoccus bijugatus Macadamia integrifolia Citrus aurantium Citrus sinensis Musa spp. Eugenia malaccensis

Otros	Estoraque Pimiento Izote Cirín Cojón	<i>Stirax argenteus</i> <i>Ocotea veraguensis</i> <i>Yucca guatemalensis</i> Desconocido <i>Stemmadenia obovata</i>	Guistomate Tambor Suquinay Cotomate Polvo de queso Mulato	<i>Solanum lanceolatus</i> <i>Genipa americana</i> Desconocido Desconocido <i>Albizia caribaea</i> <i>Triplaris</i> <i>melaenodendron</i>
--------------	--	---	--	---

FUENTE: Choussy, 1950; Gentry, 1996; Guzmán, 1975; León y Poveda, 2000; Marrero y Wadsworth, 1967;

Anexo 6. Densidad poblacional de las especies

Nombre Común	Nombre Científico	Uso	Densidad/ha
1. Pepeto Peludo	<i>Inga punctata</i>	Leña	51
2. Nacapirol	<i>Inga sapindoides</i>	Leña	20
3. Musáceas	<i>Musa spp.</i>	Frutal	10
4. Nacaspilo	<i>Inga minutula</i>	Leña	8
5. Pepeto de río	<i>Inga vera</i>	Leña	27
6. Pepeto negro	<i>Inga ruiziana</i>	Leña	15
7. Manzana rosa	<i>Eugenia jambos</i>	Frutal	6
8. Almendro de río	<i>Andira inermis</i>	Sombra	0.75
9. Bálsamo	<i>Miroxylon balsamun</i>	Maderable	0.75
10. Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Frutal	0.75
11. Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Frutal	0.75
12. Marañón japoses	<i>Eugenia malaccensis</i>	Frutal	0.75
13. Vara negra	<i>Cordia cana</i>	Sombra	0.75
14. Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Frutal	5
15. Paterno	<i>Inga paterno</i>	Leña	1.25
16. Sangre de toro	<i>Boconia arbórea</i>	Leña	1.75
17. Higuerrillo	<i>Ricinus communis</i>	Sombra	2.25
18. Madre cacao	<i>Gliricida sepium</i>	Leña	3.25
19. Volador	<i>Terminalia oblonga</i>	Maderable	3.25
20. Mango	<i>Manguijera indica</i>	Frutal	5.25
21. Aguacate	<i>Persea americana</i>	Frutal	5.5
22. San andrés	<i>Tecoma stans</i>	Sombra	2
23. Mulato	<i>Triplaris melaenodendron</i>	Otro	1
24. Tatascamite	<i>Lipia miriocephala</i>	Leña	1
25. Aceituno	<i>Simaruba glauca</i>	Leña	0.5
26. Alice	<i>Magnolia portorricenses</i>	Sombra	0.5
27. Cachilaguaca	<i>Ficul glabrata</i>	Sombra	0.5
28. Cirín	Desconocido	Otro	0.5
29. Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Maderable	0.5
30. Cotomate	Desconocido	Otro	0.5
31. Floripundia	<i>Datura stramonium</i>	Sombra	0.5
32. Guamito	<i>Inga laurina</i>	Sombra	0.5
33. Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i>	Frutal	0.5
34. Mulo	<i>Rosa sempervirens</i>	Leña	0.5
35. Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Maderable	6.75
36. Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Frutal	2.25
37. Pito	<i>Erythrina berteroana</i>	Leña	1.25
38. Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Maderable	2.25
39. Marío	Desconocido	Leña	1.5
40. Cojón	<i>Stemmadenia obovata</i>	Otro	0.75
41. Cuernavaca	<i>Solanum bansii</i>	Sombra	0.75
42. Limoncillo	<i>Amonis gricea</i>	Leña	0.75

43. Maquilishuat	<i>Tabebuia rosea</i>	Maderable	0.75
44. Pimiento	<i>Ocotea veraguensis</i>	Otro	0.75
45. Suquinay	Desconocido	Otro	0.75
46. Cortez blanco	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maderable	1
47. Matasano	<i>Casimiroa edulis</i>	Sombra	1
48. Limón	<i>Citrus aurantium</i>	Frutal	1.5
49. Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Maderable	1.25
50. Guarumo	<i>Cecropia spp.</i>	Sombra	1
51. Sangre de Perro	<i>Neea psychotriodes</i>	Sombra	0.75
52. Eucalipto	<i>Eucalyptus spp.</i>	Maderable	0.5
53. Guachipilín	<i>Diphysa robinoides</i>	Sombra	0.5
54. Níspero silvestre	<i>Manilkara zapota</i>	Maderable	0.5
55. Nogal	<i>Juglans spp.</i>	Sombra	0.5
56. Ronrón	<i>Astronium graveolens</i>	Maderable	0.25
57. Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	Sombra	0.25
58. Cafecillo	<i>Caseira silvestri</i>	Sombra	0.25
59. Caoba	<i>Swietenia spp.</i>	Maderable	0.25
60. Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sombra	0.25
61. Cincho	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	Leña	0.25
62. Copalchí	<i>Crotón reflexifolius</i>	Sombra	0.25
63. Chaquiro	<i>Colubrina ferruginosa</i>	Leña	0.25
64. Estoraque	<i>Stirax argenteus</i>	Otro	0.25
65. Gravileo	<i>Gravillea robusta</i>	Maderable	0.25
66. Guistomate	<i>Solanum lanceolatus</i>	Otro	0.25
67. Icaco	<i>Licania spp.</i>	Frutal	0.25
68. Izote	<i>Yucca guatemalensis</i>	Otro	0.25
69. Jocote	<i>Spondias mombin</i>	Frutal	0.25
70. Papaya	<i>Carica papaya</i>	Frutal	0.25
71. Polvo de queso	<i>Albizia caribaea</i>	Otro	0.25
72. Roble	<i>Licania arborea</i>	Maderable	0.25
73. Salamate	Desconocido	Sombra	0.25
74. Tambor	<i>Genipa americana</i>	Otro	0.25
75. Tapaloyote	Desconocido	Sombra	0.25
76. Zapato de mico	<i>Apeiba tiborbou</i>	Leña	0.25
77. Zapote	<i>Calocarpum mammosum</i>	Frutal	0.25