

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAM DE ENSEÑANZA
AREA DE POSGRADO

DISEÑO Y MANEJO DE CAFETALES EN MATAGALPA, NICARAGUA.

:

Magíster Scientiae

Por

Alfredo Rafael Caballero Herrera

Turrialba, Costa Rica

2005

ELABORADO POR ALFREDO CABALLERO HERRERA

PROFESOR CONSEJERO: EDUARDO SOMARRIBA Ph.D.

COMITÉ ASESOR: ELIAS DE MELO VIRGINIO
MANUEL GOMEZ

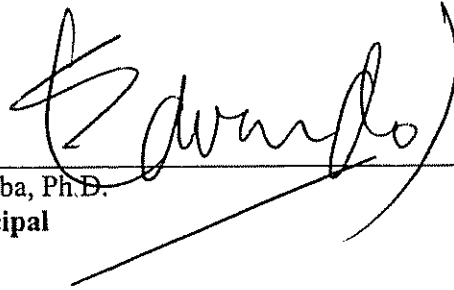
TURRIALBA , COSTA RICA

14 DE MAYO DE 2003

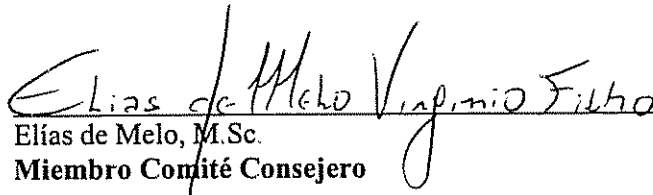
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:



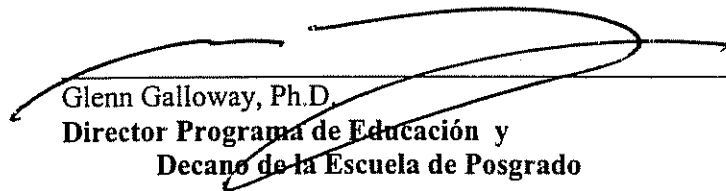
Eduardo Somarriba, Ph.D.
Consejero Principal



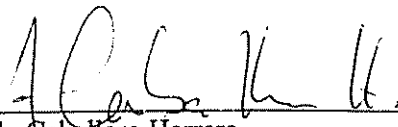
Elías de Melo, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Manuel Gómez, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**



Alfredo Caballero Herrera
Candidato

Caballero Herrera, A. R. 2005 Diseño y manejo de cafetales en Matagalpa, Nicaragua. Tesis M.Sc., Turrialba, C.R., CATIE. 63p.

Resumen

Palabras claves: *Coffea arabica*, doseles de sombra, tipologías, técnicas multivariadas,

Se estudió un conjunto de variables socioeconómicas y biofísicas que podrían describir el diseño y manejo de 48 cafetales del departamento de Matagalpa en Nicaragua. Se emplearon técnicas multivariadas para identificar las tipologías cafetaleras y para determinar la importancia relativa de cada variable en las clasificaciones, además a través de preguntas y conversaciones con los productores se identificaron que estrategias ellos habían adoptado para el manejo del cafetal.

Se identificaron 44 especies en el dosel de sombra de los cafetales. El tamaño de la finca, el nivel de sombreado, la intensidad de manejo, la riqueza y la abundancia de especies dentro del cafetal determinan las tipologías cafetaleras. Se identificaron tres tipos de cafetales (los valores reflejados son promedios de clase): 1) fincas pequeñas (17 ha^{-1}) con 9 especies en el dosel de sombra, niveles de sombra en el dosel de 55 %, abundancia de árboles de 227 ha^{-1} , costos totales de US\$ 204.00 ha^{-1} ; 2) fincas medianas (62 ha^{-1}) con 5 especies en el dosel de sombra, sombra de 23 %, abundancia de árboles de 205 ha^{-1} , costos totales de US\$ 583.00 ha^{-1} ; 3) fincas grandes (221 ha^{-1}), con 4 especies en el dosel de sombra, abundancia de 205 árboles ha^{-1} y costos totales de USA 435.00 ha^{-1} . Existe una relación inversa en cuanto a la diversificación del dosel de sombra o sea entre más pequeñas es la finca más diversidad de especies..

Summary

A set of socioeconomic and biophysical variables which describe the design and management of coffee plantations were evaluated in 48 farms in the department of Matagalpa, Nicaragua. Multivariate techniques were used to classify types of coffee plantations and to determine the relative importance of each variable in the classifications. Furthermore through interviews and conversations with the producers we identified which strategy of management was best suited for their type of operation.

Forty-eight species were found in the coffee shade canopy. The size of the farm and the coffee plantation, agronomic management intensity, shade levels, richness and abundance of species determined the coffee typology. Three types of coffee plantations were identified (values are averages per class): 1) small farms with a total extension of 17 ha⁻¹ and coffee plantations of 9 ha⁻¹, shade levels of 55 %, average richness of 9 species in the coffee shade canopy, an abundance of 227 trees ha⁻¹, total management costs of US\$ 204.00; 2) medium farms with a total extension of 62 ha⁻¹ and coffee plantation areas of 36 ha⁻¹, with shade levels of 23 %, a richness in the coffee shade canopy of 5 species and abundances of 205 trees ha⁻¹, agronomic management costs of US\$ 583.00 ha⁻¹; 3) large farms with a total extension of 221 ha⁻¹ and coffee plantation areas of 89 ha⁻¹, average richness in the coffee shade canopy of 4 species, with shade levels of 30 %, agronomic management costs of US\$ 435.00 ha⁻¹. There is an inverse relationship between farm size and species diversity: smaller farms tend to have more specie diversity in the coffee shade canopy.

CONTENIDO

1. Introducción	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
2. Revisión de literatura	4
2.1 Historia del café en Nicaragua	4
2.1.1 La producción en los últimos 20 años	4
2.1.2 Importancia económica	5
2.1.3 Zonificación cafetalera en Nicaragua	5
2.1.4 Estructura del sector cafetalero	6
2.2 Estudio de la diversidad	7
2.3 Diversidad arbórea en cafetales	8
2.4 Enfoque tipológico de cafetales	10
3. Materiales y métodos	16
3.1 Descripción de la región de estudio	16
3.2 Estimación de la muestra	16
3.3 Criterios para la selección de fincas	17
3.4 Componentes de la sombra	17
3.5 Tipos de cafetales con sombra	19
3.6 Variables y mediciones	19
3.7 Análisis de la información	20
3.7.1 Caracterización de las fincas	20
3.7.2 Análisis de las tipologías	20
3.8 Análisis de gerencia de las fincas cafetaleras en tiempos de crisis	21
4. Resultados	23
4.1 Caracterización de las fincas	23

4.1.1	El Productor	23
4.1.2	Las fincas	23
4.1.3	El cafetal	24
4.1.4	Dosel de sombra	27
4.2	Tipos de cafetal	28
4.3	Análisis de gerencia	31
4.4	Rentabilidad de las fincas	31
5.	Discusión	33
5.1	Diversidad en el dosel de sombra	33
5.2	Manejo del dosel de sombra	37
5.3	Tipologías de las fincas cafetaleras de Matagalpa	38
5.4	Gerencia de las fincas cafetaleras de Matagalpa	37
5.5	Certificación, cafés especiales	39
6.	Conclusiones	42
7.	Recomendaciones	43
8.	Literatura citada	50
9.	Anexos	49

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Modelo agroforestal del sistema cafetalero.	2
Cuadro 1. Regiones cafetaleras de Nicaragua	6
Cuadro 2. Clasificación de productores y su peso en la producción	7
Cuadro 3. Número de fincas que indican factores problemas para el cultivo del café	24
Cuadro 4. Calendario de actividades de manejo agronómico del café	25

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Comparación de estudios tipológicos en regiones centroamericanas	51
Anexo 2. Formato de la encuesta	52
Anexo 3. Variables del estudio	56
Anexo 4. Especies de árboles encontradas en los cafetales de Matagalpa	55
Anexo 5. Valores absolutos de las variables en los diez primeros Componentes principales.	56
Anexo 6 Grafico de la variable canonica 1 vs, variable canonica 2	58
Anexo 7. Valores absolutos de las variables Canonicas 1 y 2	59
Anexo 8. Valores medios de las variables por tipo de cafetal	60
Anexo 9. Rentabilidad de las fincas por tipo de cafetal	61

1. Introducción

Por su importancia económica el café se cultiva en una amplia gama de zonas agroecológicas y condiciones socioeconómicas. En Centroamérica los diferentes sistemas de producción cafetalera incluyen: monocultivos sin sombra, cafetales con sombra de leguminosa/*Inga* spp. y mono-específica-, mezclas con frutales, musáceas y maderables (plantados o de regeneración natural) y cafetales bajo bosque raleado. Entonces surge la pregunta ¿son estas “tipologías” producto de un número (mínimo) de variables biofísicas y socioeconómicas determinantes del funcionamiento del cafetal y de la producción de café?

El diseño y manejo del cafetal es el producto de un conjunto de decisiones que responden a las oportunidades y limitaciones biofísicas y socioeconómicas que afectan al gerente y a la unidad de producción (Figura 1). Los sistemas de producción de café son el efecto, de las características socioculturales y económicas del producto (Fuentes, 1979). Estas condiciones dan como resultado diferentes formas de producción de café, que varían no solo en estructura y composición botánica del dosel de sombra, sino que también en el manejo.

Se ha estudiado el diseño y manejo de los cafetales de Turrialba, Costa Rica (Llanderal y Somarriba, 1998), en el Pacífico de Nicaragua (Bonilla, 1999), la región occidental de El Salvador (Escalante 2000) y la reserva de Miraflores, Esteli, Nicaragua (Zúñiga 2000). Se estudiaron un conjunto de variables (biofísicas y socioeconómicas) sobre el productor, la finca y el cafetal. En estos estudios, se aplicó la metodología utilizada por Llanderal (1998), la cual utiliza técnicas de análisis multivariado para caracterizar y clasificar las fincas e identificar las variables que son determinantes en la clasificación.

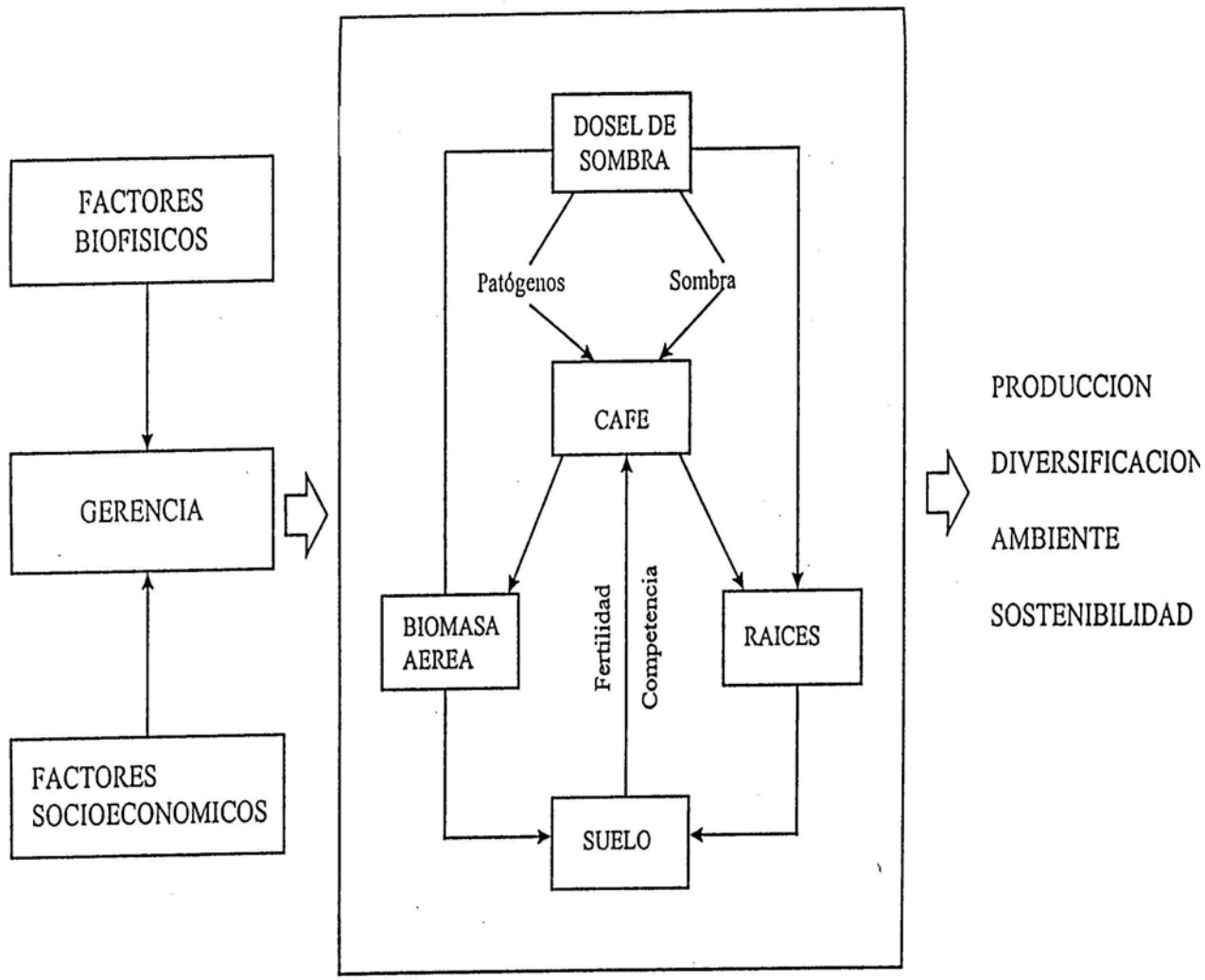


Figura 1. Modelo Agroforestal

1.1 Objetivos

- 1) Elaborar una tipología de fincas cafetaleras en Matagalpa, Nicaragua.
- 2) Identificar los factores biofísicos y socioeconómicos que determinan las tipologías.
- 3) Identificar los factores determinantes en la adopción de estrategias utilizadas en el manejo de la finca.

1.2 Hipótesis

- 1) Existen diferentes tipologías cafetaleras en el departamento de Matagalpa, Nicaragua.
- 2) Las tipologías cafetaleras del departamento de Matagalpa están determinadas por factores biofísicos y socioeconómicos.

2. Revisión de Literatura

2.1 Historia del café en Nicaragua

2.1.1 La producción cafetalera en los últimos 20 años.

En los últimos 20 años la producción cafetalera en Nicaragua ha sido afectada por la situación política del país a partir de la década de los 80 y 90's. La década de los 80 fue un periodo crítico y difícil para la caficultura nicaragüense por el efecto acumulado de la crisis nacional y la aceleración del conflicto armado entre 1983 y 1989. En este periodo se redujo el área de sembrada de café, disminuyeron de los rendimientos, emigró la mano de obra y cayeron los precios internacionales (PANIF 1998).

Inmediatamente después de la revolución Sandinista (1979) se inicio el plan de renovación cafetalera (CONARCA) en la región del Pacífico Nicaragüense con el propósito de controlar la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*). El plan CONARCA trató de implementar un sistema de producción de café mas tecnificado, con mayor uso de agroquímicos, nuevas variedades de café y la eliminación total de los árboles de sombra (Rice 1990). Este plan de renovación cafetalera de naturaleza obligatoria no les gusto a los productores, porque aparte del impacto ecológico que causo la eliminación del dosel de sombra, generó cambios radicales en el manejo del cultivo y aumentó significativamente los costos de producción y el riesgo financiero de la finca (Rice 1990).

En 1980 se cultivaban aproximadamente 100,000 ha de café, disminuyendo a 71,580 ha al final del ciclo 1989-1990. Los rendimientos promedios bajaron en los diez años entre 1974-1983 de 12 a 8 qq oro ha⁻¹ (1qq oro = 100 lbs = 46 kg). La producción nacional aumentó de 1,000,000 de qq oro en 1978, a 1.600,000 qq oro en el ciclo 1982-83. El

ambiente hostil en las regiones cafetaleras redujo la producción en 1988 a menos de 1,000,000 qq oro (Mejia 1988), bajando hasta 601,000 qq oro al final del ciclo 1990-1991 (PANIF, 1998).

A partir de 1990, cambios en la situación política nacional y el final de la guerra propiciaron una revitalización en la producción cafetalera. A finales de 1990 la superficie sembrada de café aumentó a 74,200 ha, alcanzando las 91,000 ha en 1993 y llegando a las 105,000 ha en el ciclo 2001-2002. Los rendimientos promedios se han mantenido igual al máximo alcanzado en 1998 de 21 qq oro ha⁻¹. Cabe mencionar que la producción total de café alcanzada en 1998 de 1,430,000 qq oro, aun no ha sido superada a pesar del aumento en la área cultivada de café. En el ciclo 2001-2002 la producción fue de 1,400,000 qq oro. (PANIF, 1998; R. Bendaña 2003 entrevista Vice- ministro de agricultura, Managua , Nicaragua).

2.1.2 Importancia económica

El café es el rubro de mayor relevancia en la estructura agrícola de Nicaragua, contribuyendo con el 4.6% del PIB nacional en 1995 y 23.9 % de todas las exportaciones (Beer y Galloway 1997). En 1998, su contribución al PIB aumento al 6 % y su participación en las exportaciones al 54 %. La producción cafetalera, incluyendo cultivo y beneficiado, genera aproximadamente 230,000 empleos temporales y 45,000 empleos permanentes (MAG 1998).

2.1.3 Zonificación cafetalera en Nicaragua

El café en Nicaragua se cultiva en las zonas Norte, Central y Pacífico. Las zonas que presentan las mejores condiciones agroecológicas para el cultivo son la Norte y Central. La caficultura Nicaragüense se agrupa en cinco regiones que abarcan un total de 93,000 ha, de las cuales el 58% se encuentran en Matagalpa y Jinotega (Cuadro 1, MAG 1998).

Cuadro 1. Regiones cafetaleras de Nicaragua (MAG, 1998)

Zona cafetalera	área (ha)	producción(qq oro)	% de área	% producción
Las Segovias (Norte)	18,147	195,036	19.94	13.64
Jinotega (Norte)	30,599	585,408	33.63	40.94
Matagalpa-Jinotega (Central)	22,144	425,223	24.33	29.73
Pacifico-Boaco	20,109	224,333	22.10	15.69
Total	90,999	1,430,000	100.00	100.00

2.1.4 Estructura social del sector cafetalero

Pequeños y medianos productores participan activamente en el sector agroexportador: en 1993, el 52% de la producción nacional de café provino de fincas menores de 35 ha y 37% de fincas entre 35 y 140 ha. Las regiones cafetaleras de Jinotega y Jinotega-Matagalpa tienen los mayores porcentajes de pequeños y medianos productores, aunque también contienen un grupo importante de grandes productores (Clemens y Siman 1993). La forma predominante de tenencia de tierra es la propiedad privada individual, aunque en el periodo post-revolucionario hubo un importante proceso de cooperativización. Algunas de estas cooperativas aun permanecen, pero la mayoría han sido disueltas o la propiedad se ha dividido entre sus miembros (Mejía 1988).

La clasificación de productores utilizada por el Ministerio de Agricultura es la siguiente:

- Pequeños productores: Cuentan con un máximo de 14 ha destinadas al cultivo del café.
- Medianos productores: Se sitúan en un rango entre 15 y 36 ha destinadas al cultivo del café.
- Grandes productores: Son los que cuentan con mas de 36 ha destinadas al cultivo del café.

Los pequeños productores ocupan el 94 % del area total cultivada con café, sin embargo su producción total es inferior a los medianos y grandes productores (Cuadro 2).

.Cuadro 2. Clasificación de los productores y su peso en la producción (MAG 1998).

Productor	Número	%	Área (ha)	Producción (qq)	Rendimiento (qq/ha)
Pequeño	28,745	94.55	53,245	348,062	6.6
Mediano	1,492	4.91	28,919	562,419	19.0
Grande	163	0.54	9,837	519,519	52.0
Total	30,400	100.00	92,000	1, 430,000	x 26.0

2.2 Estudio de la diversidad

La diversidad se define como la variabilidad en numero y abundancia de las especies que conforman una comunidad (Pielou, 1975). La diversidad se compone de dos elementos, la cantidad y la abundancia relativa de especies (Magurran 1989). Los sistemas agroforestales de café se caracterizan por su alta diversidad de especies, compleja estratificación vertical y horizontal, variedad de productos y formas de manejar los componentes (Beer, 1995).

La diversificación surge por la división de un recurso (tierra, mano de obra o capital) entre diferentes alternativas o tipos de cultivos, lo cual es importante desde el punto de vista económico, social y ecológico. En El Salvador la diversificación del cafetal se ha enfocado hacia la introducción de especies que pueden asociarse al cafetal que en algunos casos puedan sustituir al cafetal en áreas marginales con baja rentabilidad. La creciente necesidad de producir alimentos y la inestabilidad del mercado internacional del café, ha llevado a la búsqueda de alternativas de producción que reduzcan el riesgo de producción, mediante la generación de fuentes ingresos adicionales dentro del cafetal. La diversificación es una manera de reducir el impacto del ambiente biofísico y/o económico (Somarriba, 1993). En la India, el café es cultivado en asocio con varios cultivos comerciales, como cítricos, la pimienta y el banano, lo que permite incrementar la producción total por unidad de área (Rao 1975) .

2.3 Diversidad arbórea en cafetales

El manejo deficiente de la sombra es uno de los problemas que más afecta los cafetales de pequeños productores (Galloway y Beer, 1997). En Nicaragua, las especies preferidas como árboles de sombra son las guabas (*Inga spp.*), musáceas y cítricos (Bonilla 1999, Zúñiga 2000).

Las condiciones biofísicas y socioeconómicas influyen en la estructura de los cafetales. En México, en estudios en la cuenca cafetalera de Coatepec, Veracruz, Jiménez (1979), observó que el café se cultiva en sistemas a pleno sol, o bien bajo distintas estructuras de árboles de sombra, que van desde una sola especie (la cual cumple solo una función de servicio), como *Inga jinicuil* o *I. leptoloba*, hasta un dosel arbóreo con estas dos especies

mas plátano (*Musa sp*) y naranjo (*Citrus sinensis*). Fuentes (1979), en una evaluación de los sistemas de producción de café en México, identificó tres tipos de cafetales: 1) Rústico característico de productores pequeños, indígenas y de bajos recursos, en tierras comunales o del gobierno, donde el café se cultiva bajo el dosel del bosque raleado, sin uso de agroquímicos y con bajos rendimientos, 2) Tradicional y característico del minifundio o finca pequeña bajo régimen de propiedad privada, con doseles de sombra compuestos por combinaciones de árboles de sombra (*Inga spp.*) y frutales (*Musa spp.* y *Citrus spp.*), poco uso de insumos; 3) Plantación es característico de medianos y grandes productores, bajo doseles de sombra mono-específica (*Inga spp.*), alto uso de insumos y rendimientos altos.

Villatoro (1986), en Guatemala, encontró que en fincas pequeñas cafetaleras se emplean aproximadamente 20 especies diferentes de árboles en el dosel de sombra de cafetales, mientras que las fincas mayores usan únicamente de sombra. Similares resultados fueron reportados por Espinoza (1983), estudios realizados en cafetales de Acosta-Puriscal, Costa Rica, donde las fincas pequeñas presentan mas diversidad y densidad en el dosel de sombra como respuesta del pequeño productor para abastecerse de fruta, madera, leña u otro beneficio adicional aportado por los componentes del dosel de sombra.

Granados y Vera (1995), reportan la existencia de cinco tipos de sistemas cafetaleros que van desde el simplificado hasta el de huertos caseros. Se utilizan mas de 50 especies de arbóreas en los cafetales de esta región. Las especies de arbóreas protegen contra le sol y las lluvias, reciclan nutrientes, modifican el microclima, mejoran la utilización de la energía solar por la estratificación vertical de los árboles, mejoran la fertilidad del suelo

a través de la fijación de nitrógeno y recirculación de nutrientes y beneficios económicos directos (madera, leña, fruta, etc).

En Venezuela, como en Centroamérica y el Caribe, los cafetales difieren en la composición botánica y en la estructura del dosel de sombra. El sistema más complejo y diversificado, el llamado tradicional, es practicado por pequeños productores, con bajos rendimientos de café y con mas especies de frutales, maderables y cultivos. Entre las cuales se destacan *Inga spp.*, *Musa spp.*, *C. sinensis*, *Erythrina spp.*, *Persea americana* y *Cedrela odorata* (Escalante 1997).

Rice y Ward (1997), observaron que en la zona de Carazo, Nicaragua, los cafetales tradicionales se asocian con por lo menos 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, árboles frutales 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 en las plantaciones de café y cacao, entre las que sobresale el laurel (*Cordia alliodora*) por su importancia comercial como maderable (Mussak y Laarman, 1989).

2.4 Enfoque Tipológico de Fincas

Los estudios tipológicos son una manera de caracterizar las fincas cafetaleras, identificando diferentes sistemas de producción de café. Las tipologías se construyen estudiadas mediante técnicas multivariadas que analizan las relaciones y correspondencias entre diferentes variables. Escobar y Berdegue (1990) proponen las siguientes etapas para el 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 si 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.* Permite calcular la probabilidad de pertenencia de cualquier observación en las clases o tipos determinados según el procedimiento ya descrito.

En las regiones cafetaleras de México y Centroamérica se han realizado estudios de tipologías de cafetales basados en el nivel tecnológico de producción (Marten y Sancholuz 1981, Pelupesy 1983, Mejía 1990, Clemens y Siman 1992, Mendez y Benoit 1994), arquitectura y estratificación vertical del dosel de sombra (Moguel y Toledo 1999) y la diversidad arbórea de los componentes del dosel de sombra (Escalante 1997, Llanderal 1998, Bonilla 1999, Escalante 2000, Zúñiga 2000).

Mendez 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 de mano de obra, el ciclo de vida familiar y el ciclo de vida de los cafetales. de acuerdo a lo sugeridos para los estudios de la economía campesina y de plantación. Se identificaron seis grupos de caficultores: 1) los capitalizados, 2) los jóvenes, 3) los diversificados, 4) los mayores, 5) los tradicionales, 6) los semi-proletariados y 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.

En la región de Matagalpa, Nicaragua (Mejía 1990) usando una metodología basada en el nivel de producción identificó cuatro tipos de fincas: 1) Semi-Tradicional la cual es

característica de fincas pequeñas, tienen baja densidad de cafetos, muy limitado uso de agroquímicos y bajos rendimientos; 2) Intermedio con áreas de cultivo más extensas, mayor densidad de cafetos, más uso de agroquímicos y mayores rendimientos; 3) Semi-tecnificada es un nivel más alto que el anterior con respecto a la densidad de cafetos, uso de insumos, cafetales y rendimientos; 4) Tecnificada, corresponden a las fincas grandes, con densidades de cafetos mayores a 4500 ha^{-1} , con manejo intensivo en el uso de insumos y altos rendimientos. Similares tipos de fincas fueron encontrados en la región del Pacífico de Nicaragua por Clemens y Siman (1992). Estas clasificaciones aunque basadas en el nivel tecnológico, fácilmente se pueden relacionar con los sistemas identificados por Fuentes (1979). Similares resultados fueron encontrados por Marten y Sancholuz (1981) en México, quienes además determinaron que no existe correlación entre la asociación de árboles con diferentes usos en el dosel de sombra con relación a las condiciones de sitio tales como suelos y clima.

Moguel y Toledo (1998) en estudios relacionados con la conservación de la biodiversidad en México, clasificaron los sistemas de producción de café de acuerdo al nivel de manejo y la complejidad vegetal y estructural de los cafetales. Identificaron cinco tipos de cafetales: 1) 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. Los autores 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 son importantes porque poseen la mayor diversidad de especies arbóreas, mamíferos, aves,

reptiles, anfibios y artrópodos. Esta observación resulta importante porque en aquellas regiones donde la frontera agrícola ha afectado dramáticamente al bosque original, estos sistemas tradicionales pueden actuar como refugios para la conservación de la biodiversidad.

Llenderal (1998), en la región de Turrialba, Costa Rica, estudió 29 fincas e identificó cuatro tipos de cafetales: 1) cafetales poco o nada diversificados manejados intensivamente, 2) cafetales diversificados manejados intensivamente, 3) cafetales muy diversificados con manejo menos intensivo y 4) cafetales manejados deficientemente.

Bonilla (1999), identificó tres tipos de cafetales en Nicaragua: A) cafetales de áreas pequeñas (3 ha), diversificados y con manejo de bajo uso de insumos; B) cafetales de áreas intermedias (7 ha), muy diversificados y manejo de bajo uso de insumos; C) cafetales de áreas grandes (42 ha), poco diversificados y con manejo intensivo en el uso de insumos. El área de cafetal, la intensidad de manejo, la importancia de la finca como fuente de ingreso para los productores y la riqueza de especies en el dosel de sombra fueron 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. La diversificación a nivel de finca esta referida a las fincas más grandes en donde se presenta menor riqueza y abundancia dentro del cafetal.

En la región occidental de El Salvador, Escalante (2000), identificó tres tipos de cafetales: 1) cafetales con áreas intermedias (36 ha), bajos costos y doseles diversos, 2) cafetales con área intermedias (36 ha), altos costos y doseles diversos y 3) cafetales con áreas grandes (63 ha), bajos costos y mayor diversidad en el dosel de sombra. Estos resultados difieren de las tipologías encontradas por Llanderal (1998) y Bonilla (1999), quienes encontraron que las fincas de menor tamaño fueron las más diversificadas y de manejo menos intensivo. Zúñiga (2000) en la reserva de Miraflores en Nicaragua, identificó cinco tipos de cafetales: 1) cafetales con muchas especies maderables, en zonas altas y con alto uso de insumos, 2) cafetales con muchos árboles de leña, alta densidad de siembra y bajo uso de insumos, 3) cafetales con musaceas, menos diversos, menor densidad de plantación y bajo uso de insumos, 4) cafetales con altos porcentajes de sombra, mayor riqueza y menor producción y 5) cafetales con cítricos y frutales, los más diversos de mayor producción y bajo uso de insumos. Estos resultados difieren de las tipologías encontradas tanto por Llanderal (1998), Bonilla (1999), como por Escalante (2000) ya que los cafetales más diversos y de mayor uso de insumos resultaron los más productivos. Cabe destacar otro estudio hecho por López y Orozco (2003), en el municipio de San Ramón y Matagalpa, en Matagalpa, Nicaragua donde se encontraron tres grupos de fincas determinados mayormente por el tamaño de la finca en sí, hay similitud a los grupos encontrados por Bonilla (1999), sin embargo difieren con los de Escalante (2000) en El Salvador y con los de Zúñiga (2000), siguen la tendencia de que la riqueza y diversificación del cafetal es inversamente proporcional a su tamaño, o sea cafetales pequeños mayor diversificación y riqueza. (ver **Comparación entre estudios de orden tipológico, anexo 1**)

3. Materiales y métodos

3.1 Descripción de la región de estudio

El Departamento de Matagalpa forma parte de la zona cafetalera central norte, la cual incluye además al departamento de Jinotega. La región cafetalera de Matagalpa, comprende el área limitada por la cordillera Isabelia al norte y al sur por la cordillera Dariana. La extensión sembrada de café es de 22,556 ha con una producción anual de café que aproxima los 500,000 qq oro. El terreno es de topografía accidentada y con pequeños valles intramontanos. Las altitudes oscilan entre 600 y 1600 m con pendientes entre 20 y 70 %, suelos de poca profundidad, alto contenido de arcilla y baja fertilidad. La precipitación varía entre 1500 y 2500 mm y la temperatura promedio es de 23⁰C. La duración de la época seca es de uno a tres meses. En la región existen dos tipos de zonas de vida según la clasificación de Holdrige, Bosque seco y bosque semi-húmedo. En el departamento de Matagalpa se pueden observar tres subregiones. La región del Tuma-La Dalia ubicada al nordeste del departamento, Yassica sur hacia el centro y Aranjuez al norte en el límite con Jinotega. (PANIF, 1998).

3.2 Estimación de la muestra

Para efectos de este estudio se determinó el tamaño de la muestra haciendo uso de la fórmula que se detalla a continuación:

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

Donde:

- n = tamaño de la población a muestrear
- t = probabilidad
- s² = varianza,
- D² = error permitido

Para el cálculo se utilizaron los datos siguientes(MAG 1998):

Producción de pequeños productores = 5 quintales / mz
Producción de grandes productores = 30 quintales / mz
Producción promedio = 11 quintales / mz
Rango = 25 quintales / mz
$$n = \frac{(2)^2 (625)}{(6)^2}$$
$$n = 69$$

El resultado obtenido es de 69 fincas, pero por razones de presupuesto y tiempo solamente se estudiaron 48 fincas.

3.3 Criterios para la selección de fincas

Para seleccionar las fincas se realizó un recorrido por el departamento de Matagalpa para identificar: 1) las diferentes zonas cafetaleras dentro del departamento y 2) los diferentes sistemas cafetaleros existentes en Matagalpa. Luego de este recorrido, a partir de listas de productores registrados en las oficinas de UNICAFE, Programa MIP-NORAD, ADDAC y FUNJIDES se hizo la selección de las fincas, procurando incluir igual número de fincas de pequeños, medianos y grandes productores.

Los criterios de selección de las fincas fueron: 1) Debe de manejar la finca desde hace cinco años; 2) No se deben incluir cafetales nuevos; 3) Disposición a colaborar en el presente estudio; 4) Que comuniquen bien sus ideas y conocimientos.

3.4 Componentes de Sombra

Como componentes de sombra dentro del cafetal se consideró, la función que desempeñan las plantas del dosel. 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 en el segundo. Los componentes de sombra utilizados en este estudio fueron:

Árboles de sombra. Su finalidad principal es proporcionar una sombra de fácil regulación; generalmente no proporciona un beneficio adicional aparte de sombra para el café.

Maderables. En muchos casos son producto de la regeneración natural; el finquero selecciona los mejores, los ralea y los poda en forma esporádica, ciertamente, los cosecha para atender necesidades familiares y personales.

Musáceas. Incluyendo varias variedades de plátano y banano. En muchos casos son componentes temporales en el cafetal; por ejemplo, se plantan cuando se establecen nuevas plantaciones o cuando se hace una poda severa a los cafetos, ya que con esto llega más radiación a nivel del piso y se abre el espacio para crecer.

Cítricos. Algunos cítricos como naranja, limón y mandarina predominan sobre los demás frutales y tienen mercados más o menos seguros, por lo que se consideran como categoría aparte de otros frutales.

Frutales Árboles frutales que generalmente no son tan abundantes dentro del cafetal, se encuentran de manera aislada, como por ejemplo (*Mangifera Indica*, *Persea amaricana*.)

Estas frutas no tienen un mercado tan bien desarrollado como el de cítricos y musáceas.

Leña. El principal propósito es proveer leña para la finca.

Montaña Árboles de regeneración natural, especies nativas residuales del bosque original, sin uso conocido.

3.5 Tipos de cafetales con sombra

Los distintos componentes de sombra y sus combinaciones dan lugar a diferentes “tipos de doseles”. Mediante recorridos de campo preliminares y basándose en la experiencia del personal técnico de la Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE), se identificaron tres diferentes tipos de doseles, conformando una tipología *a priori*:

Sombra plantada mono-específica: Generalmente *Inga spp.* conocida comúnmente como guabas.

Árboles de sombra y musáceas: Doseles de sombra compuestos por una combinación de árboles de sombra (*Inga spp.*) y musáceas específicamente plátano y banano (*Musa spp.*)

Sombra Mixta. Una mezcla de especies arbóreas frutales, maderables, musáceas, cítricos y árboles de montaña..

3.6 Variables y mediciones

Se hizo un recorrido de cada finca para conocer los sistemas de producción, su diseño, componentes y manejo agronómico. Se recolectó información socioeconómica y biofísica mediante entrevistas y formularios (Anexo 2) 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 esta la que labora en las actividades culturales del café), la finca y el cafetal. La parcela temporal se estableció con base a los siguientes criterios: representatividad del cafetal; alejados de cortinas rompevientos, linderos y caminos, de grupos de árboles de regeneración natural y que no estuvieran cerca de la casa con el fin de evitar sobre-representatividad de ciertas especies vegetales (Llanderal, 1998). En la parcela temporal se midió la composición

botánica y la abundancia de las especies vegetales del dosel de sombra, la latitud y longitud, altitud, pendiente, pedregosidad, % de sombra y la densidad de los cafetos. Para medir la riqueza y abundancia de especies se consideraron solamente árboles con diámetros a la altura del pecho (dap) mayor de 10 cm y tallos adultos de musáceas. La densidad de cafetos se determinó midiendo la distancia de los cafetos dentro y entre surcos. La medición del % de sombra se realizó en cuatro puntos de la parcela y con cuatro lecturas en cada punto, empleando un densiómetro óptico. Se midió la posición geográfica de la finca utilizando un GPS (Garmin, model SVRY II) El porcentaje de pedregosidad superficial del suelo se estimó visualmente.

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) la familia; 4) la finca; 5) el uso de la tierra; 6) problemas; 7) el cafetal; 8) la parcela; 9) árboles; 10) densidad; 11) labores agronómicas; 12) cosecha y 13) costos. Los costos fueron calculados empleando los precios de venta de cada agroquímico en las casas comerciales, el costo de mano de obra pagado en la finca y la cantidad y frecuencia de cada actividad. Con los datos de costos de producción se calculó la rentabilidad de las fincas. Todas las variables fueron agrupadas por categorías: discretas, nominales, binarias, ordinales y continuas (Anexo 2).

3.7.1 Caracterización de las fincas y tipologías

Para la caracterización y descripción de las fincas se calcularon estadísticas descriptivas de todas las variables biofísicas y socioeconómicas. Las tipologías cafetaleras fueron analizadas mediante estadísticas descriptivas, ANOVAS, componentes principales (Pla, 1986) conglomerados y discriminante canónico (Ludwig y Reynolds 1988, SAS 1987). Las etapas del análisis fueron, en orden: correlaciones, componentes principales, conglomerados y discriminante.

En el análisis de correlación se utilizaron las 25 variables cuantitativas y se analizó la matriz de correlación para eliminar colinealidad y variables altamente correlacionadas ($r^2 > 0.90$). Solo un par de variables resultaron correlacionadas bajo este criterio, por lo tanto se decidió seguir adelante con el número original de 25 variables. Se seleccionaron los primeros componentes principales con valor propio mayor a uno y se identificaron las variables con mayor peso en cada uno de ellos. Se realizó la rotación de ejes de tipo varimax para determinar la importancia del componente de predecir las variables aceptadas. La prueba de pseudo t^2 se utilizó para determinar el número de conglomerados a formar. Finalmente se aplicó el análisis discriminante canónico a los conglomerados, con el objetivo de explorar los factores responsables de los patrones observados en la clasificación. Las variables canónicas resultantes dieron información sobre las variables que mejor producen la agrupación.

3.8 Análisis de la gerencia de los cafetales en tiempos de crisis.

Se realizaron entrevistas con los productores y/o administradores de las fincas para identificar como ha cambiado el manejo del cafetal antes y durante la presente crisis cafetalera causada por la caída del precio del café. En las entrevistas con los productores se les pidió priorizar los factores que influyen en las decisiones de manejo y de las estrategias de producción que ellos consideran determinantes en la gerencia de la finca. La información se obtuvo de las respuestas a las siguientes tres preguntas: 1) Como ha cambiado el manejo de la finca respecto al uso de insumos y cambios en la ejecución del calendario de actividades agronómicas?; 2) Que estrategia de producción han adoptado?: por ejemplo: aumento de producción, disminución de insumos y mano de obra, diferenciación del manejo agronómico en los lotes de la finca; 3) Cual fue el factor más determinante en la adopción de las estrategias de manejo?. La información se clasificó calculando la frecuencia de respuestas idénticas a cada pregunta.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización de las fincas

4.1.1 El Productor

El 56 % de las fincas son administradas por el propietario y el 44 % están bajo la responsabilidad de mandadores y/o administradores. La edad promedio tanto de los propietarios como de los mandadores y/o administradores es de 52 años, con una experiencia promedio en el cultivo del café de 21 años. El 80 % de los productores tiene solo una finca, el 10 % tienen dos fincas y el otro 10 % tiene tres fincas. La finca es la principal fuente de ingresos para el 53 % de los productores, el 47 % tiene otra actividad como principal fuente de ingresos como administración de negocios no ligados al rubro cafetalero o el ejercicio de una profesión fuera de la agricultura.

4.1.2 Las Fincas

El área promedio de las fincas fue de 132 ha⁻¹, con variaciones entre 1- 700 ha. El 100 % de las fincas tienen como principal actividad la producción de café. Solo el 8 % de las fincas se dedica exclusivamente al cultivo del café. El 37 % de las fincas tiene bosques, ganado (22 %), granos básicos (17 %), frutales (12 %), hortalizas (3 %), viveros (2 %). Cabe señalar que en algunas de las fincas existen hasta 3 diferentes usos de la tierra.

El viento representó un problema para el 66 % de las fincas seguido por la incidencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el 52 % de las fincas. Otros problemas importantes fueron: topografía (35 %), exceso de lluvia (25 %), tipo de suelo (14 %),

frío (14 %), la falta y mal estado de las vías de acceso (12 %) y la incidencia de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el 12 % de las fincas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de fincas que indican factores problema para el cultivo del café.

Problema	Número de fincas
Viento	32
Broca	25
Topografía	17
Exceso de lluvia	12
Nubosidad	10
Suelo	6
Vías de acceso	7
Ojo de gallo	5

4.1.3 El Cafetal

Los cafetales se encuentran ubicados entre los 730 y 1130 m de altitud con un promedio de 896 m, en terrenos con pendiente de 5 al 58 %, con un promedio de 32 %. El 75 % de las fincas se encuentran en terrenos con pendientes mayores al 30 %. Las variedades de café más utilizadas fueron Caturra (92 %), Catimor (37 %), Catuai amarillo (23 %), Catuai rojo (19 %). Otras variedades sembradas aunque en porcentajes menores fueron: Maracaturra, Borbón, Tekisisc (tipo de Borbón seleccionado), Pacamara y Maragogipe. La edad promedio de los cafetales fue de 20 años, sin embargo, no fue representativa de la mayoría de las fincas. La moda de 10 años representa mejor la edad promedio de los

cafetales. El rendimiento promedio de café es de 24 qq oro ha⁻¹ (rango 4 – 40 qq oro ha⁻¹). La densidad promedio de plantación de cafetos fue de 4666 plantas ha⁻¹, correspondiendo a un patrón de siembra de 1 x 2 m. El 96 % de las fincas efectúa poda selectiva, el 2 % sistemática y solo el 2 % solo practica la poda de sanidad. El 10 % de las fincas realizan además de la poda selectiva, la poda sistemática por surco y la poda alta o rock & roll. El promedio del nivel de sombra en los cafetales es de 36 %, variando entre 5 y 70 %.

El manejo del cafetal varió dependiendo del tamaño de la finca, con cinco actividades en las fincas pequeñas hasta un máximo de 15 en las fincas más tecnificadas. Las practicas de manejo más comunes fueron: Poda de cafetos, regulación de sombra, deshierba, control químico de maleza, fertilización al suelo, fertilización foliar, muestreo de enfermedades e insectos, deshija, resiembra (Cuadro 4).

Cuadro 4. Calendario de actividades de manejo agronómico del café en Matagalpa.

Actividades	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Poda de cafetos		x	x	x								
Regulación de sombra		x	x			x	x					
Control de malezas (químico y manual)			x		x		x		x	x		
Fertilización			x	x	x		x		x	x		
Aplicación funguicidas e insecticidas			x	x	x	x	x	x	x	x		
Deshija						x	x					
Resiembra							x	x				
Muestreo de plagas			x	x	x	x	x	x	x	x		
Cosecha	x	x								x	x	x

El manejo agronómico del café se divide en dos fases que los productores llaman: actividades de precorte y actividades de corte o cosecha. Las actividades de precorte

inician inmediatamente después de la cosecha con la poda selectiva de los cafetos en los meses de febrero y marzo algunas veces extendiéndose hasta abril; la poda selectiva consiste en eliminar de uno o dos ejes por planta para estimular la producción de tejidos nuevos en las bandolas del eje que eventualmente darán frutos. La primera regulación de sombra o descumbra se realiza en los meses de marzo y abril, y en las fincas de manejo más intensivo (18 % de las fincas) se hace una segunda regulación de sombra al inicio de las lluvias durante los meses de junio y julio. Después de la primera regulación de sombra se realiza el primer control de malezas. El control de malezas se realiza de manera química (70 %), manual (30 %) o con una combinación de ambos métodos (70 %). Generalmente se hacen de 1 a 3 aplicaciones de herbicida, usando alguna marca de glifosato (1.0 lt mz^{-1}) y el control manual se efectúa de manera mensual o trimestral.

Después del primer control de malezas se realiza la primera fertilización, tanto al suelo como foliar. Cuando se hacen aplicaciones foliares se aprovecha para hacer aplicaciones de fungicida e insecticida. Las fertilizaciones edáficas se realizan cada tres meses en las fincas más tecnificadas (18 %), las fórmulas más usadas de fertilizante completo son 26-0-26, 20-0-26, 30-5-20, 18.4-10-20-1.79 además de Urea al 46 %. La dosis de fertilizante edáfico se aplica en una, dos o tres fracciones dependiendo del flujo de caja del productor. El 33 % fertiliza tres veces por año con dosis que varían entre los 18 a 10 $\text{qq mz}^{-1}\text{año}^{-1}$, 19 % aplica fertilizante al suelo dos veces al año en dosis entre 14 a 5 $\text{qq mz}^{-1}\text{año}^{-1}$, 6 % solo aplican fertilizante una vez por año con dosis entre 2 a 6 $\text{qq mz}^{-1}\text{año}^{-1}$, el 8 % o sea 4 fincas usan fertilizante orgánico en forma de bocashi en dosis de 20 qq mz^{-1} . El 22 % de las fincas no usan fertilizantes de ningún tipo. Las

fertilizaciones foliares se realizan como máximo tres veces al año, pero la practica más común es de dos aplicaciones / año (35 %), el 16 % realiza una aplicación foliar, el 22 % hace dos aplicaciones de biofertilizante orgánico, el 2 % hace mas de tres aplicaciones y el 25 % no realiza fertilizaciones foliares. La formula más común en la fertilización foliar es 20-20-20 a razón de 3.0 kg mz^{-1} por aplicación frecuentemente combinado con 1.0 kg de microelementos mz^{-1} por aplicación. Otras formulas de fertilización foliar son Milagrosa, Fertilon, Urea y Nitrato de potasio.

La aplicación tanto de funguicida como de insecticida son determinadas por el resultado de las practicas de muestreo que se realizan de manera mensual. Estos últimos años las aplicaciones de funguicida e insecticida son realizadas de manera que son dirigidas a los lotes de mayor infección o incidencia. Los funguicidas mas usados son alto 100 y Ambil en dosis de 0.2 a 0.5 litros mz^{-1} por aplicación. El insecticida mas comúnmente aplicado es endosulfan a razón de 0.5 litros mz^{-1} por aplicación, tambien se uso diazinon en dosis de 1.0 litro mz^{-1} por aplicación. En los meses de junio a agosto se realizan las practicas de deshija y resiembra. La cosecha comienza en noviembre y continua hasta el mes de febrero. Las labores de mantenimiento de caminos por lo general se realizan durante los meses de verano (60 %).

4.1.4 Dosel de sombra

Se identificaron 45 especies (Anexo 3) en el dosel de sombra y de las cuales el 36 % son especies maderables, 25 % de sombra, 22 % son frutales, 8 % son cítricos y 9 % tiene otros usos. La densidad promedio de árboles de la población total del dosel de sombra fue de 212 árboles ha^{-1} . La especie leguminosa *Inga punctata*, conocida comúnmente como Guaba

negra es la especie que se presenta con mayor frecuencia en las fincas de Matagalpa (83 %), con una densidad promedio 70 árboles ha⁻¹. Los árboles de sombra constituyen el componente más abundante del dosel de sombra de los cafetales (120 árboles ha⁻¹) en el 100 % de las fincas. En segundo lugar corresponde a las musáceas (46 árboles ha⁻¹) las caules se encuentran en el 75 % de las fincas. El tercer lugar lo ocupan los maderables en el 58 % de las fincas con una densidad promedio de 17 árboles ha⁻¹. En el 33 % de las fincas tienen cítricos a 21 árboles ha⁻¹. Los demás componentes se encuentran con menor frecuencia y con una abundancia mínima.

La riqueza promedio de las fincas fue de 6 especies, variando entre 2 a 14 especies por finca. Existe una mayor riqueza en las especies de sombra y maderables. La especies de musaceas fueron dos, exclusivamente plátano y banano criollo. Se encontraron cuatro especies de cítricos, siendo la naranja dulce (*Citrus sinensis*) la más abundante. En los frutales dominaron los mangos (*Mangifera indica*) y en menor numero el aguacate (*Persea americana*).

4.2 Tipos de cafetales

Diez componentes principales sintetizan el 100 % de la variabilidad de los datos (**Anexo 4**). En el primero, segundo y el quinto componente tienen un peso muy fuerte las variables de manejo como rendimiento, niveles de sombra, costos de fertilizante, herbicida, mano de obra y costos totales. El tercero, sexto, noveno y décimo componente están dominados por la riqueza y las densidades de cítricos, musáceas, maderables y población total de árboles. El cuarto y séptimo las variables de mayor peso son las

características socioeconómicas del productor y biofísicas de la finca. El octavo las variables de mayor peso fueron el área total de la finca y área de cafetal.

El análisis de conglomerados agrupo las 48 fincas en tres grupos diferentes. El grupo uno tiene 14 fincas y representa el 29 % del total. El grupo dos tiene 9 fincas, con el 19 % de las fincas. El tercer grupo conformado por 25 fincas representa el 52 % del total.

La prueba estadística Lambda Wilks' resultó significativa ($P < 0.0001$) indicando que los grupos difieren significativamente entre sí. La primera variable canónica (CAN1) esta dominada por el porcentaje de sombra, el costo de herbicida, riqueza, numero de musáceas, costo de insecticida, costo de fertilizante y rendimiento (Anexo 6). Esta primera variable canónica explica el 78 % de la variabilidad total entre los grupos con un valor propio de 13.76, correlación canónica 0.96 y es significativa ($P < 0.0001$). La segunda variable canónica (CAN2) explica el 22 % de la variabilidad total entre los grupos con un valor propio de 3.75, correlación canónica 0.88 y es significativa ($P < 0.0012$). Las variables de mayor peso en la segunda variable canónica son el área de cafetal, numero de fincas y numero de actividades del productor (**Cuadro 5, Anexo 5 y 6**).

En el grupo uno se encuentran las fincas con mayores porcentajes de sombra (55 %), riqueza (8), mayor abundancia de árboles en el dosel de sombra (227 árboles ha^{-1}) especialmente en árboles frutales, cítricos y musáceas, menores rendimientos (10 qq oro ha^{-1}), menor densidad de cafetos (4000 cafetos ha^{-1}), con un área total promedio de 17 ha y cafetales con un promedio de 9 ha. Las fincas del conglomerado uno por lo general corresponden a las fincas pequeñas, de manejo tradicional y bajos

costos de manejo (US\$ 203.00 ha⁻¹), lo que incluye solamente el costo de fertilizante (US\$ 55.00 ha⁻¹) y mano de obra (US\$ 145.00 ha⁻¹). Frecuentemente estas fincas están ubicadas en los terrenos de mayor pendiente (35 %).

Las fincas de los conglomerados dos y tres son similares entre sí. Se diferencian con respecto al área total, área de cafetal, rendimiento, uso de insumos y en menor grado con respecto al porcentaje de sombra y composición del dosel de sombra. El grupo dos corresponde a las fincas de tamaño mediano con promedios en extensión total (62 ha) y cafetal (36 ha). Tienen los mayores rendimientos (31 qq oro ha⁻¹) y la más alta estructura de costos por ha⁻¹ (US\$ 583.00), lo que incluye: costos de fertilizante (US\$ 355.00), fungicida (US\$ 31.50), herbicida (US\$ 17.00), insecticida (US\$ 14.00) y mano de obra (US\$ 167.00). Las fincas del grupo dos también tienen los menores porcentajes de sombra (23 %) de los tres conglomerados. El dosel de sombra de estas fincas tiene una abundancia de 205 árboles ha⁻¹, riqueza (5) y está compuesto por árboles de sombra (120), maderables (15), cítricos (16) y musáceas (60).

El grupo tres corresponde a las fincas grandes (221 ha), cafetale (89 ha), rendimientos (28 qq oro ha⁻¹), porcentajes de sombra (30 %). Tienen una estructura de costos totales ha⁻¹ de US\$ 435.00, que corresponden a fertilizantes (US\$ 168.00), fungicidas (US\$ 31.50), herbicida (US\$ 9.50) insecticida (US\$ 52.50) y mano de obra (US\$ 174.00). El dosel de sombra tiene una abundancia de 20 árboles ha⁻¹, riqueza (4), compuesto por árboles de sombra (145), maderables (10), musáceas (45) y otros usos con promedios menores a 10 (**Anexo 7**).

4.3 Análisis de gerencia.

A través de entrevistas y preguntas se tomó la frecuencia de respuestas similares hechas por los productores a las preguntas correspondientes a la gerencia de la finca. El 33 % de las fincas no han cambiado su manejo, pero el 50 % de los productores ha disminuido el uso de insumos, particularmente el uso de fertilizantes y mano de obra. Un cambio significativo en el manejo de la finca es que ahora aplican funguicidas e insecticidas en forma dirigida y no a todo el cafetal como se hacía antes. Se hace de forma selectiva, dirigida solamente a los focos de infección. Otro cambio significativo es en el uso de herbicida, el cual ha disminuido en un 50 %.

Con respecto a la estrategia de producción adoptada el 23% aumentó la producción, disminución de insumos (68%), disminución de mano de obra (85%) y manejo agronómico diferenciado por lotes (80 %). El 100 % de los productores coincidieron en que el factor más determinante en la adopción de estrategias de manejo es el precio del café, en menor grado el precio de insumos (64 %), deuda de la finca (45 %), el precio de la mano de obra (44 %) y la incidencia de plagas (30 %).

4.4 Rentabilidad de las fincas.

El costo promedio de producción de los cafetales de Matagalpa fue de US\$ 411.00 ha⁻¹, de los cuales el 40 % corresponde a mano de obra y el 60 % a los costos de agroquímicos. Del costo de agroquímicos, el 79 % corresponde a la compra de fertilizantes. Estimando un precio promedio de venta de US 56.00 por qq oro (1 qq oro =

46 kg). La relación beneficio-costo (B/C) promedio es de 1.4 y la ganancia neta promedio es de US\$ 567.00 ha⁻¹. Sin embargo, estos promedios se pueden aplicar a los grupos dos y tres, en cambio las fincas del grupo uno tiene costos y ganancias netas mucho más bajas. (Anexo 8).

5 Discusión

5.1 Diversidad en el dosel de sombra.

Los cafetales han sido estudiados en varios países, encontrándose muchas combinaciones de café con árboles de sombra, en diferentes condiciones agroecológicas y bajo diferentes prácticas de manejo. Los cafetales tradicionales tienen una estructura vertical diversificada, con tres o cuatro estratos y una variedad de especies en el dosel de sombra. en México (Fuentes 1979, Jiménez 1979, Gallina et al 1996), Guatemala (Villatoro 1986), Costa Rica (Lagemann y Heuvelodop 1983, Espinoza 1983, Llanderal 1998), Venezuela (Escalante 1985, 1997; Escalante et al. 1987), Ecuador (Mussak y Laarman 1989), El Salvador (Gobbi 2000, Escalante 2000) y Nicaragua (Bonilla 1999, Zúñiga 2000). Diferente a estos resultados, otros autores reportan el uso de una o dos especies en el dosel de sombra como macadamia (*Macadamia integrifolia*), poró (*Erythrina poeppigiana*) o laurel (*Cordia alliodora*) en cafetales de Costa Rica (Somarriba 1990, Beer 1995, Muschler 1997, Llanderal 1998).

Sé encontraron 44 especies de árboles en los doseles de sombra en la región cafetalera del departamento de Matagalpa. La diversidad de estos doseles de sombra está influenciada por la intensidad de manejo (uso de insumos), el tamaño de la finca y las características socioeconómicas del productor. Así, fincas pequeñas ubicadas en terrenos de topografía accidentada y menos aptos para el cultivo del café, poseen mayores densidades de árboles ha^{-1} , mayor riqueza y mayores porcentajes de sombra. En estas circunstancias la sombra puede brindar ventajas al café proporcionándole mejores condiciones para la producción (Gobbi 2000; Soto-Pinto et al. 2000; Fernández y

Muschler 1999). De acuerdo a Aumeeruddy y Sansonnens (1994), los sistemas más complejos evolucionan en respuesta a la disponibilidad de tierra, por lo que las fincas pequeñas diversifican a nivel de cafetal (diversidad del dosel de sombra) y las fincas grandes a nivel de finca (diferentes usos de la tierra dentro de la finca). Generalmente cafetales más complejos en estructura y composición botánica, se asocian con cafetales pequeños que utilizan pocas cantidades de insumos, tienen menores rendimientos y viceversa. Similares resultados fueron encontrados en Costa Rica (Espinoza 1983; Llanderal 1998), Guatemala (Villatoro 1986)), Venezuela (Benacchio 1987) y Nicaragua (Bonilla 1999). Sin embargo, resultados diferentes a estos fueron encontrados en la zona occidental de El Salvador (Escalante 2000) y en Estelí, Nicaragua (Zúñiga 2000), donde las fincas más pequeñas cuentan con poca diversidad en los doseles de sombra y tienen un manejo agronómico más intensivo y las fincas grandes con mayor abundancia, riqueza, menores rendimientos y poco uso de insumos.

Al igual que en México (Fuentes 1979; Jiménez-Avila 1979; Granados y Vera 1995; Gallina et al. 1996), El Salvador (Escalante 2000) y Nicaragua (Zúñiga 2000), en el departamento de Matagalpa las especies de sombra mas frecuentemente usadas corresponden a árboles del genero *Inga*, especialmente la guaba negra (*Inga punctata*) y en menor escala la guaba roja (*Inga vera*). Las guabas frecuentemente están sembradas bajo un patrón de distancia y altura. Solamente desempeñan funciones de sombra y por lo general no son utilizadas para leña. León (1999), señala que muchos caficultores reportan desventajas porque hay especies de guaba que pierden su follaje en la época seca y son susceptibles al ataque de insectos defoliadores. Algunos agricultores del departamento de Matagalpa mencionan que el uso de guaba roja (*I. vera*) no es

recomendable porque es hospedero de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) y por otro lado recomiendan el uso de guaba negra (*I. punctata*) porque aumenta la población de hormigas en el cafetal, las cuales ejercen control sobre las poblaciones de broca (*H. hampeii*)(Lanzas, 2002).

Las especies maderables son un componente común en el dosel de sombra de los cafetales en diferentes países. En Ecuador parte de la madera industrial proviene de árboles de sombra en cafetales y cacaotales (Mussak y Laarman, 1989). Llanderal (1998) y Escalante (1997), observaron el uso de especies como laurel (*C. alliodora*) en cafetales, que aunque son consideradas nocivas para el café, son utilizadas por el valor económico de la madera. En los cafetales de Matagalpa existen varias especies de árboles maderables como componentes del dosel de sombra y no han sido utilizados por su valor comercial. Los maderables tienen una función de sombra adicional o como un elemento del paisaje. Las especies maderables frecuentemente proviene de la regeneración natural o son remanentes del bosque original, por lo que no están distribuidas uniformemente dentro del cafetal. **Lanzas, F./ 2002/ Comunicación personal/ Matagalpa, Agrícola La Esperanza**

Las especies mas frecuentemente observadas fueron: Nogal (*Juglans olanchana*), Coyote (*Lonchocarpus latifolious*), Chaperno (*Lochocarpus minimiflorus*) y laurel (*Cordia alliodora*). Sin embargo, a raíz de la actual crisis en el sector cafetalero, el valor comercial de las especies maderables como parte del dosel de sombra se percibe como una oportunidad adicional de ingresos en la finca.

El uso de musáceas (plátano y banano criollo) es bastante generalizado en los cafetales de Matagalpa. Su función es de doble propósito, además de servir para el consumo de la finca e fuentes adicionales de ingresos también son utilizados como sombra temporal. La abundancia de musáceas no presenta mucha variación en los diferentes tipos de cafetal. Frecuentemente se encuentra agrupados en parches sin obedecer a patrones de distancia.

Los cítricos, especialmente la naranja (*Citrus sinensis*), constituyen un componente importante en los doseles de sombra de las fincas pequeñas, proporcionando ingresos adicionales por la venta de sus frutos. Sin embargo en las fincas más grandes, los frutos son consumidos en la misma finca. Similares resultados fueron encontrados por Zúñiga (2000), Esteli, Nicaragua, con la diferencia de que las fincas con cítricos en el dosel de sombra son las más grandes y diversas, tienen altos rendimientos y poco uso de insumos.

Existe poca diversidad de especies frutales en los doseles de sombra en la región cafetalera de Matagalpa. Las especies más frecuentemente observadas fueron mango (*Mangifera indica*) y aguacate (*Persea americana*). La abundancia de los árboles frutales fue significativa en las fincas pequeñas y casi inexistente en las de mayor tamaño, difiriendo así con los resultados reportados por Bonilla (1999) en el pacífico de Nicaragua y por Zúñiga (2000) en Esteli, Nicaragua.

5.2 Manejo del dosel de sombra

El manejo del dosel de sombra de los cafetales en Matagalpa varía según la intensidad de manejo del cafetal y no depende de los factores biofísicos de la finca, coincidiendo con las conclusiones reportadas por Llanderal (1998), Bonilla (1999), Escalante (2000) y

Zúñiga (2000). Las fincas con mayor disponibilidad de recursos financieros tienen doseles de sombras constituidos por menos de tres especies, con árboles sembrados en patrones regulares de distancia y altura. Este tipo de dosel presenta para estas fincas una facilidad y eficiencia en cuanto al manejo y es consistente con el objetivo principal de estos productores, de optimizar la producción cafetalera. Los costos, tanto de agroquímicos como de mano de obra en fincas de manejo intensivo demandan simpleza y uniformidad en el dosel de sombra. En cambio para los productores de escasos recursos, la diversidad del dosel de sombra representa un beneficio tanto en el manejo como para la producción. El reciclaje de nutrientes y el mejoramiento de las condiciones del suelo compensa el bajo uso de insumos y los bajos rendimientos del café se compensan con los productos adicionales obtenidos del dosel (Somarriba 1990,1993; Reeves y Liliehom 1993; Beer 1995; Beer *et al.* 1998; Muschler y Bonneman,1997).

En Matagalpa los lotes de café dentro de una misma finca son heterogéneos, presentándose diferencias entre sí con respecto a la composición y origen del dosel de sombra, variedades de café, edades y topografía del terreno. Los cafetales de mas edad frecuentemente se encuentran bajo doseles de bosque raleado Estos cafetales presentan dificultades de manejo, son menos productivos y tienen altos niveles de sombra. El dosel de estos cafetales tiene una estructura vertical de mas de cuatro estratos; árboles remanentes, árboles sembrados, cafetos y una cobertura de suelo dominada por vegetación mixta que responde a la heterogeneidad de la sombra. Los árboles remanentes en este tipo de cafetal por lo general tienen alturas superiores a los 15 metros. En cambio los cafetales de edad media y más jóvenes tienen doseles de sombra constituidos principalmente por árboles de servicio que han sido sembrados bajo un patrón

determinado de distancia y que son podados para mantener una altura y forma uniforme. Estos doseles tienen una estructura vertical de no más de tres estratos; árboles de sombra, cafetos y cobertura de suelo donde predominan las gramíneas, por lo que exigen un manejo con alto uso de insumos.

5.3 Tipologías de las fincas cafetaleras de Matagalpa

La diferencia entre variables como riqueza y abundancia del dosel de sombra con variables como costos de insumos, rendimiento, tamaño de la finca y cafetal, corrobora lo encontrado por Fuentes (1979), Espinoza (1983), Laggemann y Hueveldop (1983), Villatoro (1986), Escalante et al. (1987), Llanderal (1998) y Bonilla (1999) en relación a que los cafetales mas diversificados se encuentran en las fincas más pequeñas, con baja intensidad de manejo y de limitados recursos financieros. Las variables biofísicas no tuvieron influencia en las agrupaciones del análisis de conglomerados. Esto se debe a que las características biofísicas son similares entre las fincas. En cambio las variables socioeconómicas y las que corresponden al dosel de sombra, particularmente el porcentaje de sombra, presentan amplias diferencias entre las fincas, teniendo mayor peso en las clasificaciones obtenidas.

Mejía (1990) encontró cinco tipos de fincas basados en el nivel de tecnología utilizada en el manejo de los cafetales en Matagalpa. Los cuales corresponden en cierta medida con las agrupaciones encontradas en este estudio. Así el grupo uno corresponde con el tipo de finca de manejo tradicional, el grupo tres intermedio entre las fincas de manejo semi-tecnificado y tecnificado y las fincas del grupo dos corresponden con las de tipo de fincas

tecnificadas. Sin embargo, las fincas de tamaño intermedio (grupo dos) son las mas tecnificadas y no las fincas de mayor tamaño como reportado por Mejía (1990).

La estructura arquitectónica del dosel de sombra de los cafetales de Matagalpa se puede clasificar como cafetales de sombra mixta y cafetales con sombra de guabas. Si bien es cierto que en las fincas de los grupos dos y tres predominan las guabas como árboles de sombra, también existen cantidades importantes de otros usos. De acuerdo a la clasificación de los sistemas cafetaleros mexicanos realizada por Moguel y Toledo (1999), los cafetales de este estudio pueden agruparse de la siguiente manera: grupo uno como un sistema de policultivo comercial y los grupos dos y tres como sistemas de monocultivo bajo sombra.

5.4 Gerencia de las fincas cafetaleras de Matagalpa

La caída del precio del café ha tenido una fuerte repercusión en las estrategias de manejo gerencial de las fincas de Matagalpa. Este efecto se manifiesta principalmente en la reducción de divisas obtenidas por la venta del café, pérdida de empleos y el colapso de las instituciones financieras asociadas a la actividad cafetalera. Los productores de café han sido forzados a disminuir sus costos de producción, resultando en menores rendimientos, que se traducen a menores ingresos, por lo tanto, limitando su capacidad de producción. Casi el 100 % de los productores coincidieron en que el precio del café es el factor más determinante en las decisiones gerenciales de la finca. Otros factores como el precio de los insumos, mano de obra e incidencia de plagas son manejables siempre y cuando el precio sea razonable. El precio del café también afecta la disposición de las

instituciones financieras para asumir riesgos asociados al financiamiento de la producción de café.

Las estrategias de producción adoptadas por los productores de Matagalpa han sido: abandono de la actividad cafetalera, reducción total de costos de producción, reducción parcial en el uso de insumos (agroquímicos y mano de obra), aumentar la producción y manejo orgánico del cafetal. La estrategias de manejo utilizadas en muchos casos no han sido escogidas por los productores, sino mas bien ha sido la única solución disponible, agravando aun mas su situación. Muchos productores han perdido sus fincas y otros se encuentran severamente limitados económicamente por deudas incurridas en años anteriores. Esto es particularmente cierto para las fincas grandes (grupo tres). Los grandes productores han reducido el uso de agroquímicos y mano de obra en un 50 %, principalmente la cantidad y frecuencia de fertilización, lo cual ha disminuido el rendimiento de sus cafetales, afectando severamente sus ingresos y solvencia. Los productores medianos (grupo dos) mantienen una estrategia enfocada al aumento de la producción para compensar los bajos precios. Utilizan un manejo basado en alto de uso insumos. Si bien no han disminuido sus costos de producción, sus altos rendimientos compensan el bajo precio del café. Muchos de los propietarios de estas fincas tienen otras fuentes de ingreso, están solventes económicamente y disponen de acceso a recursos financieros. Los pequeños productores (grupo uno) han eliminado totalmente el uso de agroquímicos y han optado por manejar el café de forma orgánica.

5.5 Certificación, cafés especiales.

El 40% de las fincas pequeñas estudiadas en la región de Matagalpa están certificadas como café orgánico o se encuentran en el proceso de certificación. Algunas de las fincas de tamaño intermedio y grande y según la altitud de sus cafetales ve la posibilidad de entrar en la categoría de cafés especiales (el país todavía no tiene una zonificación de calidad respecto a las áreas cafetaleras). La etiqueta de café gourmet o de manejo eco ok son posibilidades para estos productores.

Algunas fincas grandes y pequeñas ven la posibilidad de diversificar sus entradas con la conservación de la biodiversidad y el eco turismo. Existen fincas que tienen senderos para observadores de aves y también con un incremento y etiquetamiento de los árboles que componen el dosel de sombra. Sin embargo estas etiquetas, certificaciones, y cambios de manejo son costosos para los productores quienes necesitan asistencia técnica, financiamiento y apoyo institucional.

La conservación de la biodiversidad presenta un conflicto en la producción de café, ya que requiere un cambio de perspectiva y objetivos por parte de los productores. Doseles de sombra con mayor complejidad estructural y florística, altos niveles de sombra, diferentes especies con forma y alturas desiguales no permiten un manejo intensivo del cultivo. Por lo general, estos cafetales son menos productivos y más difíciles de manejar. Sin embargo, la percepción actual sobre la importancia y necesidad de la conservación de la biodiversidad, puede crear nichos de mercado con mejores precios para el café que sea cultivado en sistemas amigables a la biodiversidad (Café orgánico, Café ecológico y "Bird friendly" coffee) abren alternativas de mercados especializados que están dispuestos a pagar mas por lo beneficios que este tipo de sistema de producción proporciona al

ambiente, así compensando menores rendimientos y costos adicionales que implica este tipo de enfoque a la producción (Rice, 1991; Gobbi, 2000; Lynbaek, et al., 2001; Barton, et al., 2002 ; BID 2002).

6. Conclusiones

1. Las condiciones socioeconómicas del productor, así como el tamaño de la finca y el área de cafetal, fueron las variables que más influyeron en el diseño y manejo de los cafetales de Matagalpa, Nicaragua.
2. El porcentaje de sombra, la intensidad de manejo, la riqueza y el área del cafetal son las variables más importantes en la determinación de las tipologías cafetaleras del departamento de Matagalpa, Nicaragua.
3. Hay tres tipos de cafetal en el departamento de Matagalpa, Nicaragua: 1) cafetales pequeños (9 ha), muy diversificados y con manejo bajo en insumos, 2) cafetales de área intermedia (36 ha), poco diversificado y de alto uso de insumos y 3) cafetales de área grande (89 ha), poco diversificado y alto uso de insumo.
4. La crisis causada por la caída del precio del café ha afectado severamente el manejo de las fincas cafetaleras, limitando el uso de insumos y mano de obra para incrementar su producción.

9. Recomendaciones

1. Estudiar las tipologías en las regiones del país donde no se ha hecho este tipo de estudio ya que las condiciones biofísicas y socioeconómicas varían entre las regiones cafetaleras de Nicaragua.
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. En términos de las tipologías determinadas en este estudio se hacen las siguientes recomendaciones por cada clasificación:

A) Grupo 1:

Se recomienda que los cafetales de estas fincas sigan sus procesos de certificación orgánica y con el uso de la lombricultura (algunas de estas fincas poseían cultivos de las lombrices de alta sofisticación los cuales no solo lo ocupaban en sus cafetelas sino también por la venta. También se recomienda la incorporación en sus doseles de sombra no solo árboles de uso de sombra sino también frutales, cítricos y musáceas sirvan para el consumo familiar y la venta. Además por el alto consumo de leña que existe en el país se les recomienda incorporar en los linderos de sus cafetales y propiedad árboles que proporcionen leña para consumo familiar.

B) Grupo 2:

En el caso de estas fincas, el cafetal cubre casi toda la extensión de superficie de la finca. Tienen un manejo intensivo con alto uso de insumos y tecnología los que les resulta en una alta producción de café. Muchos de los cafetales muestreados de este grupo estaban por debajo de los 1000m de altitud, por lo que les sería difícil entrar en la categoría de cafés especiales y por su manejo intensivo algún tipo de certificación orgánica.. Para estas fincas no es recomendable una diversificación florística dentro de sus cafetales pues resultaría en complicaciones de manejo y altos costos de producción. Lo que sí es viable y recomendable es el uso o la incorporación de árboles de tipo maderable en los linderos entre lotes y cortinas rompevientos y los caminos de la finca. Estas fincas puedan hacer uso de lombricultura para mejor utilizar los desechos del beneficio húmedo.

C) Grupo 3:

A estas fincas de grandes extensiones, y en algunos caso de cafetales que sobrepasan las 40 ha⁻¹, se les recomienda la reforestación de áreas que antes fueron potreros con árboles valiosos que eleven el valor de la finca y den ingresos importantes en el futuro con la venta de la madera. Se recomienda la plantación de linderos maderables y cortinas rompevientos, los que puede resultar en una eventual certificación del tipo ambiental, “ Bird Friendly” lo cual sería un valor agregado a la hora de mercadear su producción. Otra opción para las fincas de este grupo es el movimiento hacia la oferta de

servicios ambientales ya que muchas de ellas gozan o tienen el beneficio de su paisaje. El cambio florístico de los dosales de sombra de sus cafetales y la reforestación de las áreas que no representan uso de tierra activas en la finca podrían ser de gran impulso no solo a la conservación sino al aumento de la biodiversidad lo que les daría la oportunidad de ofrecer otro servicio ambiental así como es el eco- turismo i.e. Bird –watching.

4. Todas las recomendaciones anteriores necesitan ser promovidas por la creación de asociaciones, organismos y/o fundaciones que promuevan una caficultura viable, sostenible y diversificada, que les de la oportunidad de poder agregar un valor adicional tanto a su producción cafetalera sino como a la finca en su totalidad en términos de certificaciones y etiquetas . Todo esto no sería posible sin asistencia técnica, crédito blando e incentivos para la realización de los cambios necesarios.

Literatura citada:

- Alvarado, M. 1998. Cultivo y beneficiado del café. EUNED, San José, Costa Rica. 184p.
- Aumeeruddy, Y.; Sansonnens, B. 1994. Shifting from simple to complex agroforestry systems: an example for buffer zone management from Kereinci (Sumatra, Indonesia). *Agroforestry Systems* 28:113-141.
- ANACAFE 1997. Importancia de la sombra en el cafetal. *Agroforesteria en las Américas* 4(13): 25-27
- Barton, D., Plaza, J. y Contreras, E. 2002. Social Dimensions of organic coffee production in México: Lessons for Eco-labeling initiatives. *Society and Natural Resources*, 15: 429-446.
- Beer, J. 1995. Efectos de los árboles de sombra sobre la rentabilidad de un cafetal. *Boletín PROMECAFE* 68: 13-18.

- Beer, J; Muschler, R; Kass, D; and Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38: 139-164.
- Benacchio S., S. 1987. La diversificación de la producción en áreas cafetaleras: el plan de desarrollo, sus enfoques y perspectivas. FONIAP Divulga No. 26: 12-16.
- Banco Interamericano de Desarrollo, 2002. Transición competitiva del sector cafetalero en Centroamérica. In: La crisis cafetalera y su impacto en Centroamérica: Situación y líneas de acción. Taller regional, Antigua, Guatemala. Abril 3-5, 2002.
- Bonilla, G. 1999. Tipologías cafetaleras en el Pacífico de Nicaragua. Tesis Mag.Sc. CATIE Turrialba, Costa Rica. 70p.
- Clemens, H y Siman, J. 1993. Tecnología y Desarrollo del Sector Cafetalero en Nicaragua. Serie Cies/Eseca 93.2, Managua, Nicaragua. 14p.
- Escalante, E. 1985. Promising agroforestry systems in Venezuela. *Agroforestry systems* 3: 209-221
- Escalante, E., Aguilar, R., y Lugo, R., 1987. Identificación, evaluación y distribución espacial de especies utilizadas como sombra en sistemas tradicionales de café (*Coffea arabica*) en dos zonas del estado de Trujillo, Venezuela. *Venezuela Forestal* 3(11): 50-62.
- Escalante, E. 1997. Café y agroforestería en Venezuela, *Agroforesteria en las Americas*. 4(13): 21-24
- Escalante, M. 2000. Diseño y manejo de cafetales en el occidente de El Salvador. Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica, 70p
- Escobar, G. y Berdegué, J. 1990. Conceptos y metodologías para la tipificación de sistemas de finca: la experiencia RIMPS. In: Escobar G y Berdegué J. (eds). Tipificación de sistemas de producción agrícola. RIMPS, Santiago de Chile. P.13-43.
- Espinoza, P. 1983. Estructura general de cafetales de pequeños agricultores. In: Hueveldop, J. y Espinoza, L. (eds). El componente arbóreo en Acosta_Puriscal, Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. P. 72-84.
- Fernández, C. y Muschler, R. 1999. Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas 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. P69-96.
- Fuentes, F. 1979. Sistemas agrícolas de producción de café en México. In: Salas G. de las (ed). Taller Sistemas Agroforestales en América Latina: Actas. 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: 12-27.
- 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.
- Gobbi, J. 2000. Is biodiversity-friendly coffee financially viable? An analysis of five different coffee production systems in western El Salvador. *Ecological Economics* 33: 267-281.
- Gómez, O. A. 1997. Diversificación agrícola en áreas cafetaleras. In: Manual del caficultor salvadoreño. PROCAFE. San Salvador, El Salvador. P. 63-67.
- Granados, D. y Vera, J. 1995. El sistema agroforestal cafetalero en Córdoba, Veracruz. *Revista Chapingo. Ciencias Forestales* 1:97-108
- Hernández, O. 1998. Temas de análisis estadístico multivariado. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, C. R.
- Jiménez-Avila, E. 1979. Estudios ecológicos del agrosistema cafetalero 1. Estructura de los cafetales de una finca en Coatepec, Veracruz. *México Biotica* 4 (1): 1-12.
- Llenderal Ocampo, T. 1998. Diversidad del dosel de sombra en cafetales de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 59p.
- 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.
- Lopez A. y Orozco L. 2003. Tipologías y manejo de fincas cafetaleras en los municipios de San Ramon y Matagalpa, Nicaragua. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua , 60p.
- Lyngbaek, A., Muschler, R. y Sinclair, F. 2001. Productivity and profitability of multistrata organic versus conventional coffee farms in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 53: 205-213
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Great Britain. 179p.
- Marten, G. y Sancholuz, L. 1981. Estudio ecológico de las zonal cafetaleras de Veracruz, Puebla, Hidalgo y Tamaulipas: Evaluación estadística de los muestreos. *Biotica* 6(1): 7-32

- Mejía, E. 1990. Caracterización y evaluación de diferencias en el manejo del cultivo del café (*Coffea arabica L.*) en dos municipios de Matagalpa, Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 102p.
- Mendez, J.C. y Benoit-Cattin, M. 1994. Intensificación de la caficultura de los pequeños productores de Guatemala. Una tipología. *Café Cacao The* 38 (2): 125-133.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).1998. Estudio de la cadena agroindustrial del café. Dirección General de Información y Apoyo al Productor (DGIAP), Managua, Nicaragua. 207 p.
- Moguel, P. y Toledo, V. 1998. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. *Conservation Biology* 13(1); 11-21
- Muschler, R. 1997. Sombra o sol para un cafetal sostenible: un nuevo enfoque de una vieja discusión. En *Memorias del 18 simposio latinoamericano de caficultura*, San Jose, C.R. p. 471-475
- Muschler, R. 1997 Efectos de sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* vars caturra y Catimor. *Memorias del XVIII Simposium Latinoamericano de Caficultura*, San Jose, Costa Rica. Pp. 157-162
- Muschler, R. y 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. y Laarman, J. 1989. Farmers production of timber trees in the cacao-coffee region of coastal Ecuador. *Agroforestry Systems* 9; 155-170.
- Pelepussy, W. 1993. El mercado mundial del café: el caso de El Salvador. Editorial Dei, San José, Costa Rica. 199p.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York, United States of America. 65p.
- Proyecto Ambiental Nicaragua-Finlandia (PANIF). 1998. Diagnostico de la Situación del Café. Managua, Nicaragua. 147p.
- Rao, H 1975 Diversification in coffee. *Indian coffee* 39 (1): 16-18.
- Reeves, L.H. y Liliehom, R.J. 1993. Reducing financial risk in agroforestry planning: a case study in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 21: 169-175.
- Rice, R. A. 1991. Transforming agriculture: The case of coffee leaf rust and coffee renovation in Southern Nicaragua. Ph.D. Thesis. University of California, Berkeley, California, USA. 304p.

- Rice, R. 1991. Observaciones sobre la transición en el sector cafetalero centroamericano. *Agroecología Neotropical* vol. 2, p.2-6
- Rice, R y Ward, J. 1997 El café, la conservación ambiental y el comercio en el hemisferio occidental. Centro de Aves Migratorias, Smithsonian Institution. United States. 51p.
- SAS Institute Inc. 1987. SAS/SAT guide for personal computers, version 6 edition SAS Institute Inc. Cary, NC. 1028p.
- Somarriba, E. 1990. Sustainable timber production from uneven-aged shade stands of *Cordia alliodora* in small coffee farms. *Agroforestry Systems* 19: 253-263
- Somarriba, E. 1993. Cacao-plátano-madera: la diversificación agroforestal como herramienta para manejar variabilidad en precios de productos agrícolas. In: Salazar, R. (ed). *Memorias de la semana científica*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. (1): 51
- Somarriba, E. Y Llanderal T. 1998. Diversidad del dosel de sombra en cafetales de Turrialba, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*: 6 (23); 30-32.
- Schroth, G; Fonseca, G; Harvey, C; Gascon, C; Vasconcelos, H y Izac, A. (eds.). 2003. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington. 2003.
- Soto, L; Perfecto, I; Castillo, J; Caballero, J. 2000. Shade effect on coffee production at northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (2000) 61-69.
- Solis, F. 1990. Caracterización de las malezas y de las practicas de manejo en un agrosistema de café (*Coffea arabica* L.). Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 78p.
- Villatoro, R. 1986. Caracterización del sistema agroforestal café-especies arbóreas en la cuenca del Rio Achiguate, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos, Guatemala, 152p
- Zúñiga, C. 2000. Tipologías cafetaleras y desarrollo de enfermedades en los cafetales de la reserva natural Miraflores-Moropotente, Estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 67p.

Anexo 1 Comparación de estudios de orden tipológico en Centroamérica

Estudio	Región	No de grupos	Riqueza	1Variable determinante	2Variable determinante
Llenderal	Costa Rica	4	4	Ingreso^{-ha}	NUMFINCA
Bonilla	Pacífico, Nicaragua	3	56	Área de cafetal	Costo total de insumos
Escalante	Occidente, El Salvador	3	77	Costo de insumos	% de sombra
Zúñiga	Esteli, Nicaragua	5	70	No de musáceos	_____
Caballero	Matagalpa, Nicaragua	3	45	Tamaño de finca	% de sombra
López y	Matagalpa,	3	62	Tamaño de	Costo de

Orozco	Nicaragua			finca	insumos
--------	-----------	--	--	-------	---------

Anexo 2. Formato de la Encuesta

I. UBICACIÓN

1. FINCA No. _____ NOMBRE DE LA FINCA: . _____
2. FECHA (DDMMAA): _____
3. CANTON: _____
4. MUNICIPIO: _____
5. DEPARTAMENTO: _____
6. PAIS:
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

III. LA FAMILIA

15. COMPOSICION Y MANO DE OBRA FAMILIAR (en caso de entrevistar al propietario).

MIEMBRO	EDAD	SEXO	OCUPACION	#MTFF

#MTFF: NUMERO DE MESES QUE TRABAJA FUERA DE LA FINCA

IV.LA FINCA

16. AREA TOTAL DE LA FINCA (mz:1mz= 7000m² = 0.7 ha): _____

17. ¿CUANTAS FINCAS TIENE? _____

18. LISTADO DE PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS DEL FINQUERO Y VALORACION DE SU IMPORTANCIA DE ACUERDO A LA VISION DEL FINQUERO (en caso de entrevistar al propietario)

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

ACTIVIDAD ECONOMICA	IMPORTANCIA
Finca	

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 piensa que son un problema para el cultivo del café

FACTOR	Marcar con X
VIENTO	
NUBOSIDAD	
SEQUIA	
EXCESO LLUVIA	
FRIO	
CALOR	
TOPOGRAFIA	
VIAS DE ACCESO	
SUELO	
ROBO	
OTRO ()	
SIN PROBLEMAS	

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

22. CROQUIS DE LA FINCA

V.EL CAFETAL

23. DETALLES SOBRE LOS CAFETALES DE LA FINCA

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

24. DATOS DE LA PARCELA DE MUESTREO

24.1. LATITUD (°) _____

24.2. LONGITUD (°) _____

24.3. ALTITUD (msnm) _____

24.4. PENDIENTE (%) _____

24.5. PEDREGOSIDAD (%) _____

25. TIPO DE PODA EN EL CAFE _____

26. PRODUCCION DE CAFÉ

qq oro/mz *

--

* 1 qq oro = 100lbs = 46 kg

27. RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ÁRBOLES DE SOMBRA (en 1000 m²). Se incluyen sólo árboles con dap >10 cm; musáceas se cuentan por tallos adultos.

ARBOL	USO	ABUNDANCIA	ORIGEN*

*ORIGEN: (r) regeneración natural; (p) plantados.

28. ESTIMACIÓN DE LA POBLACION DE CAFÉ

En el centro de la parcela de 1000 m², se establece una subparcela de unos 10 m de largo, alineada conforme a la disposición de las hileras de cafetos (ajustar el largo para asegurar que los límites de la parcela se ubican en la mitad de la distancia entre los cafetos de la hilera). El ancho de la subparcela será de cuatro calles. Dentro de esta parcela se cuentan las plantas de café presentes.

LARGO (m)	
ANCHO (m)	
# DE CAFETOS	

29. SOMBRA (Se mide la sombra con dentiómetro óptico en cuatro puntos de la parcela tratando de muestrear las distintas zonas de sombra. En cada punto se realizan cuatro lecturas)

PUNTO	SOMBRA (lecturas)				
	a	b	c	d	x
1					
2					
3					
4					

30. DESCRIPCION DE LOS DOSELES DE SOMBRA (Estimar visualmente % 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).

VI. MANEJO AGRONOMICO Y COSTOS

31. CALENDARIO DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	MESES

32. COSTOS DE MANEJO

Actividad	Frecuencia	Insumo	Unidades	Cantidad	Precio	Costo

29. COSTO DE RECOLECCION (US\$/qq oro*), _____

30. COSTO DE TRANSPORTE (US\$/qq oro*): _____

31. COSTO DE BENEFICIADO (US\$/qq oro*) _____

32. PRECIO DE VENTA (US\$/qq oro*) _____

* 1qq = 100 lbs = 46 kg

Anexo 3. Variables del estudio

Yrs exp: años de experiencia en el cultivo.

Areatot: extensión total de la finca en hectáreas.

Arecaf_ha: área del cafetal en hectáreas.

Ren_qq_ha: rendimientos qq oro por hectárea.

Fincas: número de fincas que tiene el productor.

Actown: número de actividades del productor.

Veran_m: número de meses secos.

Alt_m: altitud de la finca.

Pend: porcentaje de pendiente en la parcela.

Sombra: porcentaje de sombra en la parcela.

Som: número de árboles de sombra por hectárea.

Mad: número de árboles maderables por hectárea.

Citri: número de árboles de cítrico por hectárea.

Mus: número de tallos adultos de musáceas por hectárea.

Fruta: número de árboles frutales por hectárea.

Lena: número de árboles de leña por hectárea.

Rique: riqueza de las especies en 1000 m².

Pobtot_ha: población total de árboles por hectárea.

Dencaf_ha: densidad total de cafetos por hectárea.

Fert_ha: costos de fertilizantes por hectárea.

Fun_ha: costos de funguicida por hectárea.

Herb_ha: costos de herbicida por hectárea.

Insec_ha: costos de insecticida por hectárea.

Mob_ha: costos de mano de obra por hectárea.

Tot_ha: costos totales por hectárea.

Anexo 4. Especies de árboles encontrados en los cafetales de Matagalpa.

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Matapalo	<i>Ficus spp.</i>
Coyote	<i>Lonchocarpus latifolios</i>	Pino	<i>Pinus caribae</i>
Zopilote	<i>Psidia grandiflora</i>	Helequeme	<i>Eritrina berteroa</i>
Guaba negra	<i>Inga punctata</i>	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
Guaba roja	<i>Inga spp</i>	Caoba	<i>Sweetenia macrophyla</i>
Majagua	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Grapefrut	<i>Citus paradisi</i>
Sangregado	<i>Croton dracus</i>	Copalchi	<i>Cortón niveus</i>
Musaceas	<i>Musa spp.</i>	Pejibaye	<i>Bactris gasipae</i>
Chilamate	<i>Ficus ovalis</i>	Guayabo	<i>Terminalia oblonga</i>

Matasano	<i>Casimiroa edulis</i>	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
Troton	<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	Sauce	<i>Salís spp.</i>
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Areno	<i>Andira inermis</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Bucaro	<i>Erythrina fusca</i>
Guacimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pikin	<i>Parkia espaciosa</i>
Nogal	<i>Juglans Olanchana</i>	Tempisque	<i>Sideroxylum capiri</i>
Cornavaca	<i>Solanus bansii</i>	Acacia Amarilla	<i>Cassia siamea</i>
Naranja agria	<i>Citurs auranthium</i>	Mamey	<i>Mamea americana</i>
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Zapote	<i>Calocarpum mammosum</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Papaya	<i>Papaya carica</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Cipres	<i>Casuarina equisitifolia</i>
Guanacaste	<i>Enterolobuim saman</i>	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>

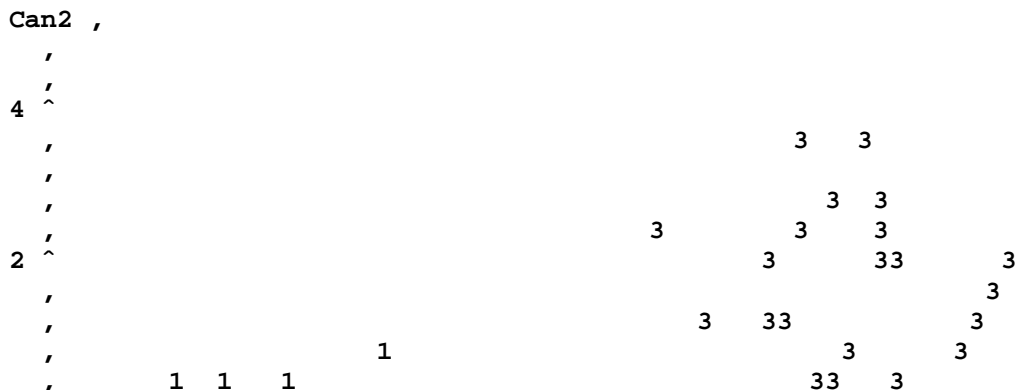
Anexo 5. Valores absolutos de las variables en los 10 primeros componentes principales.

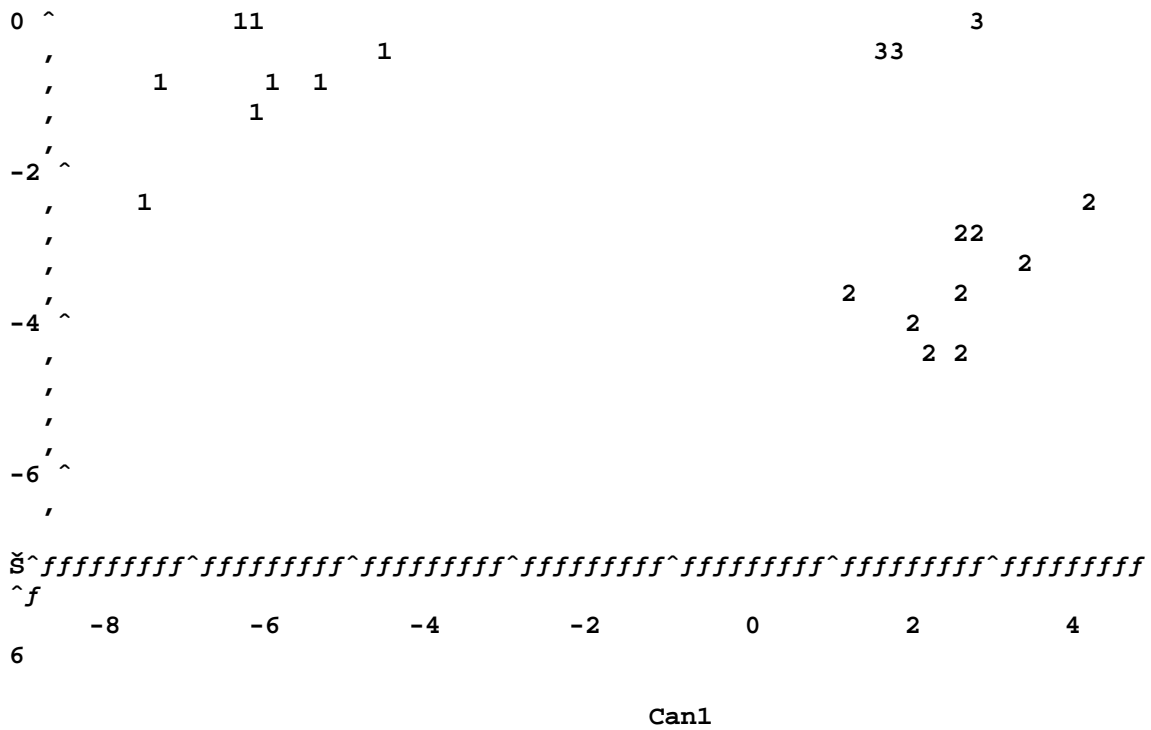
variables	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10
yrs_exp	0.048	0.226	0.132	0.324	0.204	0.203	0.122	0.291	0.271	0.242
areatot_ha	0.225	0.206	0.288	0.154	0.012	0.165	0.103	0.336	0.249	0.062
areacaf_h	0.238	0.186	0.269	0.140	0.093	0.203	0.063	0.301	0.249	0.062
ren_qq_ha	0.298	0.037	0.044	0.001	0.172	0.145	0.213	0.053	0.098	0.116
fincas	0.001	0.110	0.257	0.185	0.067	0.049	0.621	0.076	0.092	0.247
actown	0.072	0.174	0.350	0.389	0.090	0.059	0.176	0.137	0.079	0.079
veran_m	0.101	0.171	0.016	0.253	0.152	0.377	0.386	0.052	0.269	0.362
alt_m	0.092	0.283	0.236	0.305	0.023	0.118	0.218	0.030	0.064	0.301
pend	0.088	0.133	0.056	0.356	0.468	0.040	0.025	0.017	0.436	0.200
sombra	0.296	0.061	0.226	0.161	0.099	0.068	0.018	0.032	0.093	0.058
som	0.232	0.356	0.013	0.205	0.100	0.054	0.009	0.193	0.144	0.008
mad	0.153	0.205	0.184	0.187	0.355	0.105	0.179	0.099	0.079	0.398
citri	0.258	0.160	0.002	0.128	0.178	0.274	0.132	0.131	0.004	0.261
mus	0.040	0.234	0.166	0.315	0.065	0.495	0.029	0.379	0.241	0.017
fruta	0.143	0.111	0.264	0.035	0.321	0.140	0.008	0.232	0.493	0.210
lena	0.155	0.138	0.064	0.248	0.083	0.116	0.448	0.334	0.127	0.101

rique	0.238	0.259	0.304	0.145	0.073	0.109	0.057	0.042	0.015	0.024
pobtot_ha	0.212	0.156	0.079	0.168	0.130	0.342	0.135	0.017	0.303	0.158
dencaf_ha	0.260	0.105	0.115	0.069	0.300	0.038	0.031	0.055	0.064	0.048
fert_ha	0.239	0.362	0.000	0.027	0.162	0.133	0.034	0.119	0.051	0.112
fun_ha	0.226	0.007	0.183	0.008	0.022	0.170	0.153	0.463	0.005	0.190
herb_ha	0.262	0.170	0.077	0.021	0.312	0.036	0.075	0.157	0.175	0.264
insec_ha	0.203	0.088	0.318	0.196	0.085	0.319	0.040	0.105	0.000	0.028
mob_ha	0.139	0.217	0.331	0.053	0.352	0.220	0.020	0.182	0.141	0.317
tot_ha	0.286	0.309	0.159	0.046	0.034	0.038	0.037	0.024	0.079	0.045

Yrs-exp = Años de experiencia, Areatot_ha= area total de la finca, Areacaf_ha = area de café, Ren_qq_ha= rendimiento, Fincas= numero de fincas, Actown= actividades economicas del productor, Verano = meses de verano, Alt= altitud, Pend= % de pendiente, Sombra= % de sombra, Som= numero de árboles de sombra, Mad= numero de árboles maderables, Citri= número de árboles de cítrico, Mus= número de tallos de musaceas, Fruta= número de árboles de fruta, Lena= número de árboles de leña, Rique= riqueza, Pobtot_ha=abundancia total de árboles, Dencaf_ha= densidad de cafetos, Fert_ha= costos de fertilizantes, Herb_ha= costos de herbicida, Fun_ha= costos de fungicida, Insec_ha= costos de insecticida, Mob_ha= costos de mano de obra, Tot_ha=costos totales.

Anexo 6. Grafico de CAN1*CAN2 para la clasificación con las variables seleccionadas.





Anexo 7. Valores absolutos de las variable canónicas CAN1 y CAN2.

Variable	Label	Can1	Can2
yrs_exp	yrs_exp	-0.247089912	0.243325901
areatot	areatot	0.583164360	0.009144055
arecaf_ha	arecaf_ha	-0.535633843	0.978684000
ren_qq_ha	ren_qq_ha	-0.655638973	-0.334183226
fincas	fincas	0.646263549	0.679929503
actown	actown	-0.305126142	-0.691690776
veran_m	veran_m	0.125992897	0.286009812
alt_m	alt_m	0.038031163	-0.061456929
pend	pend	0.071664923	-0.132251526
sombra	sombra	-1.911890091	-0.578783534
som	som	-0.322073983	-0.352196936
mad	mad	0.499160821	0.268314493
citri	citri	0.009512503	-0.246018884
mus	mus	-1.038178849	-0.240347691
fruta	fruta	-0.107271220	0.443054977

lena	lena	-0.321140481	0.020331098
rique	rique	-1.056373436	-0.474234593
pobtot_ha	pobtot_ha	0.170070477	0.051779810
dencaf_ha	dencaf_ha	0.537762651	0.117440702
fert_ha	fert_ha	0.825171168	-0.513179561
fun_ha	fun_ha	0.092314677	-0.023766112
herb_ha	herb_ha	1.253014614	-0.747170343
insec_ha	insec_ha	0.881852776	1.126732955
mob_ha	mob_ha	-0.127605226	-0.437545637
tot_ha	tot_ha	0.000000000	0.000000000

Yrs-exp = Años de experiencia, Areatot_ha= area total de la finca, Areacaf_ha = area de café, Ren_qq_ha= rendimiento, Fincas= numero de fincas, Actown= actividades economicas del productor, Verano = meses de verano, Alt= altitud, Pend= % de pendiente, Sombra= % de sombra, Som= numero de árboles de sombra, Mad= numero de árboles maderables, Citri= número de árboles de cítrico, Mus= número de tallos de musaceas, Fruta= número de árboles de fruta, Lena= número de árboles de leña, Rique= riqueza, Pobtot_ha=abundancia total de árboles, Dencaf_ha= densidad de cafetos, Fert_ha= costos de fertilizantes, Herb_ha= costos de herbicida, Fun_ha= costos de fungicida, Insec_ha= costos de insecticida, Mob_ha= costos de mano de obra, Tot_ha=costos totales.

Anexo 8. Valores medios de las variables por tipo de cafetal.

VARIABLES	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Yrs exp	23	14	23
Areatot(ha)	17	62	221
Area_caf (ha)	9	36	89
Ren_qq_ha (qq/ha)	10	31	28
Fincas	1	1	1
Act_own	1	2	1
Verano	3	2	3
Alt(m)	852	888	990
Pend (%)	36	32	31
Sombra (%)	55	23	30

Som	80	115	144
Mad	33	15	10
Citri	50	16	6
Mus	42	57	45
Fruta	12	0	4
Lena	7	0	2
Rique	9	5	4
Pobtot_ha	227	205	205
Dencaf_ha	4035	5000	4900
Fert_ha	55	355	168
Fun_ha	4	30	31
Herb_ha	0	17	10
Insec_ha	0	14	53
Mob_ha	145	167	174
Tot_ha	204	583	435

Yrs-exp = Años de experiencia, Areatot_ha= area total de la finca, Areacaf_ha = area de café, Ren_qq_ha= rendimiento, Fincas= numero de fincas, Actown= actividades economicas del productor, Verano = meses de verano, Alt= altitud, Pend= % de pendiente, Sombra= % de sombra, Som= numero de árboles de sombra, Mad= numero de árboles maderables, Citri= número de árboles de cítrico, Mus= número de tallos de musaceas, Fruta= número de árboles de fruta, Lena= número de árboles de leña, Rique= riqueza, Pobtot_ha=abundancia total de árboles, Dencaf_ha= densidad de cafetos, Fert_ha= costos de fertilizantes, Herb_ha= costos de herbicida, Fun_ha= costos de fungicida, Insec_ha= costos de insecticida, Mob_ha= costos de mano de obra, Tot_ha=costos totales.

Anexo 9. Rentabilidad de las fincas por tipo de cafetal (Costos \$ ha⁻¹).

variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Costo de mano de obra (US\$ ha ⁻¹)	145	167	174
Costo de fertilizante (US\$ ha ⁻¹)	55	355	168
Costo de fungicida (US\$ ha ⁻¹)	4	30	31
Costo de herbicida (US\$ ha ⁻¹)	0	17	10
Costo de insecticida (US\$ ha ⁻¹)	0	14	53

Servicios (US\$ ha ⁻¹)	4	4	4
Costo total (US\$ ha ⁻¹)	209	587	439
Rendimiento (qq oro ha ⁻¹)	10	31	28
Costo de beneficiado (US\$ qq oro)	7	7	7
Costo de corte (US\$ qq oro)	8	8	8
Ganancia neta (US\$ ha ⁻¹)	201	782	716