

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**



**TIPOLOGÍAS Y MANEJO DE FINCAS CAFETALERAS EN LOS  
MUNICIPIOS EI TUMA-LA DALIA Y RANCHO GRANDE DEL  
DEPARTAMENTO DE MATAGALPA, NICARAGUA, 2003.**

**Autores:**

**Br. Rodolfo Castillo Latino**

**Br. Pedro Ortiz Meneses**

**Asesores:**

**Msc. Glenda Bonilla**

**Dr. Emilio Pérez**

**Dr. Eduardo Somarriba**

**Managua, 29 de agosto de 2003**

## INDICE.

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>ii</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN/ SUMMARY</b>	<b>vi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>HIPOTESIS</b>	<b>3</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	<b>4</b>
2.1. El café en Nicaragua	4
2.2. Agroecología del café	4
2.3. La sombra en el cultivo del café	5
2.4. Descripción de variedades	5
2.5. Sombra del café	6
2.6. Efecto de la sombra en el desarrollo de enfermedades	7
2.7. Principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de café	7
2.8. Estudio de la diversidad	8
2.9. Diversidad arbórea en el cafetal	9
2.10. Café orgánico	10
2.11. Estudio de gerencia	10
2.12. Enfoque tipológico	11
2.13. Estudios tipológicos en cafetales	12
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	<b>15</b>
3.1. Descripción de la zona de estudio	15
3.2. Componentes de sombra	19
3.3. Fisonomía de los doseles de sombra	20
3.4. Criterios para la selección de fincas	20
3.5. Variables y mediciones	21
3.6. Análisis de la información	23
3.7. Caracterización de las fincas	23
3.8. Análisis de las tipologías	23

<b>IV. RESULTADOS</b>	24
4.1. Caracterización de las fincas	24
4.1.1. El productor	24
4.1.2. La finca	24
4.1.3. Medios de producción	25
4.1.4. Ganado y especies menores	26
4.1.5. Costos fijos	27
4.2. El cafetal	28
4.2.1. Doseles de sombra	30
4.2.2. Tipologías basadas en tamaño de fincas	30
4.2.3. Tipologías de doseles de sombra	33
4.3. Análisis gerencial	36
4.3.1. Composición de los doseles de sombra según el tamaño de fincas	37
4.3.2. Composición de los doseles de sombra según los precios del café en los próximos cinco años	38
4.3.3. Rendimiento del cafetal según distintas combinaciones de sombra y fertilización	39
4.3.4. Nivel de fertilización del café según los precios en los próximos cinco años	40
4.3.5. Niveles de fertilizantes según la cantidad de sombra presente en el cafetal	41
4.3.6. Plagas y enfermedades que los productores asocian al componente arbóreo dentro del cafetal	41
<b>V. DISCUSIÓN</b>	42
5.1. Diversidad en el dosel de sombra en los cafetales	42
5.2. Diversificación de la producción en áreas cafetaleras	44
5.3. Tipologías cafetaleras	45
5.4. Análisis de gerencia	46
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	48
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	49
<b>VIII. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	50

## *INDICE DE TABLAS*

<i>TABLAS</i>	<i>PÁGINA</i>
Tabla 1. Número de fincas que reportan problemas para el cultivo de café en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	25
Tabla 2. Inventario de los medios de producción de las fincas en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	26
Tabla 3. Inventario de ganado y especies menores en las fincas visitadas en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	27
Tabla 4. Número de fincas por tipo de productor que reportaron gastos fijos anuales en los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande de Nicaragua, 2003.	28
Tabla 5. Calendario de actividades de manejo de cafetales de los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	29
Tabla 6. Análisis discriminante canónico para los agrupamientos a priori, 2003.	30
Tabla 7. Valores medios de las variables según tipo de productor, 2003.	33
Tabla 8. Análisis discriminante canónico para los conglomerados establecidos utilizando 17 variables, 2003.	34
Tabla 9. Valores medios de las variables por tipologías del dosel de sombra, 2003.	36
Tabla 10. Número de productores que prefieren diferentes componentes de sombra para el cafetal según el tamaño de la finca, 2003.	38
Tabla 11. Número de productores que prefieren diferentes componentes de sombra según el comportamiento del precio del café en los próximos cinco años, en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	39
Tabla 12. Número de productores que conocen sobre el rendimiento que se obtienen combinando los niveles de sombra y fertilización, en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	40
Tabla 13. Número de productores que fertilizarían según los precios del café en los próximos cinco años, 2003.	40
Tabla 14. Número de productores que consideran el nivel de fertilización adecuado según la cantidad de sombra en el cafetal, en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	41
Tabla 15. Plagas y enfermedades asociadas al dosel de sombra, de los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	42

## *ÍNDICE DE FIGURAS*

<i>FIGURA</i>	<i>PÁGINA</i>
Figura 1. Ubicación de las fincas estudiadas en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.	18
Figura 2. Modelo agroforestal del agroecosistema cafetalero, 1998.	22
Figura 3. Representación de las variables canónicas CAN1 *CAN2 con 18 variables, 2003.	31
Figura 4. Representación de las variables canónicas CAN1 *CAN2 con 17 variables, 2003.	35

## *ÍNDICE DE ANEXOS*

<i>ANEXOS</i>	<i>PÁGINA</i>
Anexo 1. Formato de recolección de la información.	57
Anexo 2. Usos de las especies del dosel de sombra en los cafetales de los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande del departamento de Matagalpa, Nicaragua.	64
Anexo 3. Densidad poblacional de las especies utilizadas en los cafetales de El Tuma-La Dalia y Rancho Grande.	65
Anexo 4. Estructura de los coeficientes canónicos estandarizados con 18 variables cuantitativas.	67
Anexo 5. Estructura de los coeficientes canónicos estandarizados con 17 variables cuantitativas.	68
Anexo 6. Valores propios de los componentes y proporciones acumuladas de la variabilidad explicada por cada uno de ellos.	69

## DEDICATORIA

*A mi padre Daniel Castillo Rosales y en especial a mi madre Norma Latino Guevara por el apoyo incondicional que ha brindado durante todos mis estudios.*

*A mi hija Michelly Stephanie Castillo Bejarano por ser motivo de mis deseos de superación.*

*A mi hermana Alma Nidia Latino por su solidaridad y cariño.*

*A mi sobrino Johan García.*

*A Marisela Bejarano Márquez por su comprensión y apoyo.*

*Rodolfo Castillo Latino*

*A mis padres Francisco Ortiz e Isidora Meneses por el apoyo que me brindaron durante la realización de mis estudios.*

*A mis hermanos Carlos, Marcelino, Lidia, Alfredo, Martín, Francisco, Manuel y en especial a mi hermana María Auxiliadora.*

*A la memoria de mi hermano Domingo que en paz descanse.*

*A mi sobrino Gustavo por la alegría que brinda a nuestro hogar.*

*Pedro Ortiz Meneses*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirnos la vida y la sabiduría para salir adelante.

Al proyecto UNA/CASCA por el financiamiento para realización de este estudio.

A la MSc. Glenda Bonilla por el apoyo brindado durante el proceso de la realización de esta investigación.

Al Dr. Emilio Pérez por sus consejos durante la realización de este estudio.

Al Dr. Eduardo Somarriba por su valiosos aporte durante la todo el proceso de realización de la investigación.

Al profesor Gustavo López por el apoyo en el procesamiento de datos.

A la Unión Nicaragüense de cafetaleros (UNICAFE) por la colaboración brindada durante la etapa de campo.

A los productores que colaboraron en la realización de este estudio y por habernos brindado la información necesaria para la elaboración de este documento.

A las alcaldías de los dos municipios por la información brindada.

Rodolfo Castillo Latino y Pedro Ortiz Meneses.



## RESUMEN

El trabajo se realizó en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande del Departamento de Matagalpa. Ubicadas entre las coordenadas ( $13^{\circ}08'$  latitud Norte y  $85^{\circ}44'$  longitud Oeste) a 213 km, de Managua. El objetivo del trabajo fue identificar las tipologías cafetaleras presente en los dos municipios.

Se estudiaron las condiciones socioeconómicas y biofísicas que determinan el diseño y manejo de los cafetales en 36 fincas. Se realizaron entrevistas a los productores y se establecieron parcelas temporales de 20 x 50m en las cuales se midieron las variables biofísicas como: altitud, latitud, longitud, porcentaje de sombra, el número de especies presentes (riqueza) y la abundancia relativa de cada especie para determinar la diversidad del dosel de sombra.

Se calcularon estadísticas descriptivas de las variables biofísicas utilizando variables del dosel de sombra (porcentaje de sombra, número de estratos presentes en el cafetal, las alturas mínimas y máximas del dosel de sombra, poblaciones totales de los árboles de guaba, maderables, cítricos, musáceas y árboles de montaña), de la finca y del productor (porcentaje de pendiente y la altitud, porcentaje de pedregosidad, años de experiencia en el cultivo de café, área cultivada en café, número de usos de la tierra, densidad del cafetal, meses secos y rendimientos) y el manejo (costos totales de aplicación de fertilizantes, costos de insecticidas, fungicidas, costos de aplicación de herbicidas y costo de mano de obra). Los análisis se realizaron mediante una matriz de correlación para eliminar la colinealidad. Se efectuó el análisis de componentes principales para seleccionar las variables que más contribuyeron a sintetizar las variables observadas en los datos, luego se efectuó el análisis de conglomerados para clasificar las fincas, formando tres grupos con características propias.

Se identificaron 40 especies diferentes en el dosel de sombra de los cafetales, las especies más abundantes fueron del género de las Ingas reportadas en el 95% de las fincas. Los estratos de sombra, los maderables como componentes de sombra, otros (árboles remanentes del bosque natural), musáceas, pendiente y altitud determinan las tipologías cafetaleras. Se identificaron tres tipologías cafetaleras en los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande del Departamento de Matagalpa: 1) Cafetales con sombra de guabas y musáceas; 2) Cafetales con sombra de guabas, musáceas y árboles de montaña; 3) Cafetales con sombra mixta. Además se encontró que las fincas pequeñas, presentan mayor diversificación en el dosel de sombra.

A través del análisis de gerencia se determinó que los productores tienen amplia experiencia en el manejo de fincas y están dispuestos a diversificar sus cafetales con especies maderables, frutales, cítricos y algunas especies de servicio; ya que los precios del café tienden a permanecer bajos y estas especies serían una alternativa para mejorar sus ingresos.

## SUMMARY

This study was carried out in the municipalities of El Tuma-La Dalia and Rancho Grande in the department of Matagalpa. They are located within the coordinates of (13°08' north latitude and 85°44' West longitude) at 213 km from Mangua. The objective was identify the coffee typologies present in both municipalities.

The social-economical and biophysical conditions that determine the design and management of the coffee plantations in 36 farms were studied. Interviews to the farmers were made and temporary parcels of 20x50 m were established to measure biophysical variables such as: altitude, latitude, longitude, shade porcentaje, numbers of species present (richness) and the relative abundancy of each species to determine the diversity of the shade layer.

Descriptive statistics were calculated using variables of shade canopy (shade porcentaje, number of stratum present in the coffee lot, the minimum and maximum height of the shade canopy, total population of guaba trees, number trees, citrical, banana (Musa) and mountain trees), of the farm. Regarding the farmer porcentaje of the slope and altitude, porcentaje of the rockyness, years of experience in coffee cropping, area of cropped coffee, number of uses of the land, density of the coffee lot, dry months and yieldings, the management total losts of fertilizing applications, costs of insecticides, fungicides, cost of herbicide application and cost of labor work, the analysis were accomplished during a matrix of correlation to eliminate the collinearity. The principal components analysis was to select the variables that contributed in synthesizing the variables observed in the data, later the conglomerate analysis was brought about to classify the farms forming three groups with their own characteristics.

40 different species were identified in the shade layer, the most abundant species were the Inga type, reported in the 95% of the farms. The stratum of shade, the number type as components of shade, others (remnant trees of the natural forest), musaceas, slopes and altitude determine the coffee lot typologies. Three coffee lot typologies were identified in the municipalities of Matagalpa : 1) Coffee lots with guaba and musas shade; 2) Coffee lots with guaba, musa and mountain trees shade; 3) Coffee lots with mixed shade. In addition it was discovered that the small farms present greater diversification in the layer shade.

Through the management analysis it was determined that the farmers have an ample experience in the farm management and are willing to diversity their coffee lots with lumber, fruit and citric species and other species of service; since the coffee prices tend to remain low and these species would be an alternative to improve their incomes.

## I. INTRODUCCION

El café es uno de los principales productos de exportación de Nicaragua, ya que representa entre el 28 y 30% de la producción nacional, el 5.8% del producto interno bruto (PIB) de las exportaciones del país (MAG, 1998) y una fuente de ingreso para unas 180,000 familias (PANIF, 1998).

El café es considerado un cultivo de plantación a igual que la caña de azúcar, el cacao, etc. es un tipo de organización social, donde los factores de producción se emplean principalmente para fomentar la acumulación de capital (Wolf y Mintz, 1975). Es necesario impulsar para los años venideros una caficultura sostenible, que logre articular los diferentes aspectos económicos, sociales y ambientales, de modo que los productores se sientan incentivados a producir un café de calidad (Robleto, 2000).

Los doseles de sombra de los cafetales en América Central tienen una gran diversidad botánica y variados arreglos espaciales y temporales que reflejan los deseos y preferencias de la familia (Somarriba y Llanderal, 1998). El café se cultiva bajo diferentes tipos de doseles de sombra, desde plantaciones bajo bosque variado hasta plantaciones con sofisticado sistema de poda y manejo. Lo recomendable en el cultivo de café es mantenerlo bajo sombra, mediante el uso de especies adaptadas al sitio y de fácil manejo, para que no afecten el crecimiento y rendimiento del cafetal (UNICAFE, 1996).

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

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

En este trabajo se identifican y analizan las tipologías de fincas cafetaleras en los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande, del Departamento de Matagalpa, Nicaragua tomando como referencia la metodología propuesta por Somarriba y Llanderal (1998) para el análisis de la diversidad de doseles de sombra en cafetales de América Central.

## **Objetivos**

### **General**

Identificar las tipologías y analizar el manejo de fincas cafetaleras en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, del Departamento de Matagalpa.

### **Específicos**

Identificar las tipologías cafetaleras presentes en los Municipios El Tuma- La Dalia y Rancho Grande.

Analizar los factores biofísicos y socioeconómicos que determinan el diseño y manejo de los doseles de sombra en la zona de estudio.

Evaluar el conocimiento que los productores poseen sobre las interacciones entre sombra - fertilidad - rendimiento y en las relaciones entre plagas y especies de sombra.

## II- REVISION DE LITERATURA

### 2.1 El café en Nicaragua

Nicaragua posee una economía que depende del sector agropecuario. Diversos estudios demuestran que la dinámica que imprime el sector agropecuario determina el movimiento de la economía en su conjunto (IICA, 1990). El café es el rubro de mayor relevancia en la estructura agrícola productiva de Nicaragua; en 1995 constituyó el 4.6 % del Producto interno bruto nacional en ese mismo año el café generó 118,4 millones de dólares, equivalente al 23,9 % del total de las exportaciones (UNICAFE, 1996)

Históricamente el café ha estado entre los principales productos de exportación de Nicaragua alcanzando hasta el 40% de los totales de exportación y superando otros productos como el banano, carne, algodón, que han venido perdiendo importancia, entre otros factores por sus decrecientes precios internacionales y el uso excesivo de insumos externos, importados a costos muy altos (UNICAFE, 1997).

El Plan de Acción Forestal de Nicaragua (PAFNIC, 1998), las zonas más altas del país (aptas para el cultivo de café) aparecen como zonas de potencial para el desarrollo de sistemas agroforestales ó agricultura intensiva de cultivos permanentes, lo que viene a reforzar la intención de promover café con sombra de especies arbóreas de buena calidad. Este sistema productivo contribuirá por otra parte a la contención del avance de la frontera agrícola (POSAF, 1998).

### 2.2 Agroecología del café

Las condiciones óptimas para el café se logran entre los 1200 y 1700 metros de altura y entre 17°C a 23°C con una precipitación de 1600 a 1800 mm anuales, con una humedad relativa entre 70 a 95% (Sotomayor, 1993; Figueroa *et al*, 1998). Temperaturas inferiores a 10°C, producen clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes por muerte de los cloroplastos, así como un lento crecimiento del fruto; las altas temperaturas aceleran la senectud que causa

anomalías en la flor e induce al desarrollo de plagas y enfermedades (Fournier, 1978; Sánchez, 1991).

Precipitaciones menores a 1000 mm anuales limitan el crecimiento de la planta y por lo tanto las cosechas siguientes. Un período de sequía prolongado propicia la defoliación y la muerte de la planta, con precipitaciones mayores a 3000 mm la calidad física del café oro y la calidad de la taza se deterioran notablemente y el control fitosanitario se vuelve costoso.

Se recomiendan suelos profundos ligeramente ácidos (pH 5-6.5), rico en nutrientes y con buena retención de humedad, pendiente entre 1-15% y un 60% de espacios porosos (Figuroa *et al*, 1998). El suelo condiciona el desarrollo radical y el aprovechamiento de nutrientes. Su composición influye directamente en la capacidad de asimilación y en el uso de agua (ICAFE, 1989).

### **2.3 La sombra en el cultivo de café**

A mediados del siglo XIX algunos caficultores Centroamericanos experimentaban con diversos tipos de árboles de sombra, para adecuar el manejo a las condiciones climáticas locales y se tiene conocimiento empírico de que ciertas leguminosas favorecían la fijación de Nitrógeno en el suelo (Bertrand *et al*, 1999).

En los años siguientes fue introduciéndose, la práctica de plantar regularmente árboles de sombra, especialmente *Erythrina* spp e *Inga* spp. El uso generalizado de la sombra se debió en parte a las necesidades de proteger a los cafetos del calor excesivo y de la fuerte insolación, sobre todo durante la estación seca, lo cual prolongaba la vida útil del cafetal (Naranjo, 1997).

### **2.4 Descripción de variedades**

Hay tres especies comerciales de café, el *Coffea iberica* que pertenece a la subsección *Pachycoffea*, las especies *Coffea canephora* y *Coffea arabica* razón por la cual nos referimos a sus variedades tanto las de uso actual como aquellas que ofrecen posibilidades para el futuro.

Porte alto: Typica, Mundo Novo, Maragogype, Maraca tú, Pacamara, Robusta y Porte bajo: Caturra, Pacas, Catuai, Carimor, Catimor T-5269, Catimor T-8667, (MAG/DGIAP, 1998).

## **2.5 Sombra del café**

El cafetal se cultiva bajo sombra, porque las plantas del dosel de sombra además de dar sombra proveen de materia orgánica y nutrientes, conservan el suelo, facilitan la penetración de agua y albergan una gran diversidad de organismos, y son fuente de alimentos, leña y madera para familias rurales (Guharay *et al*, 2000).

La sombra beneficia al café principalmente cuando se siembra en suelo de baja fertilidad, baja elevación con respecto al nivel del mar, deficiente de agua, estrés por altas temperaturas (Muschler, 1997). Los árboles de sombra protegen el café de las incidencias directas de los rayos del sol, lo que disminuye la evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas (Carvajal, 1984).

Los efectos positivos de los árboles para mantener la fertilidad y estructura del suelo también se notan en una degradación rápida cuando se eliminan árboles utilizados como sombra en el cafetal. En Nicaragua se mostró que la capacidad del suelo para absorber el agua de la lluvia se redujo fuertemente con el tiempo después de eliminar muchos árboles de cafetales renovados (Rice, 1991).

Es notable que la asociación de cafetos con árboles puede mejorar el aprovechamiento del potencial del sitio, mejorar el microclima y reducir las exigencias del cultivo (Willey, 1975 ; Beer, 1987). A pesar de los beneficios ecológicos de los árboles de sombra, la producción bajo este sistema es menor que al sol, pues la tasa fotosintética disminuye bajo sombra (Beer *et al*, 1998; Muschler, 1997). La mayoría de las plantaciones de América Latina están combinadas con árboles para obtener sombra, la densidad de sombra puede tener efectos en los rendimientos de café (Beer, 1992).



## **2.6 Efecto de la sombra en el desarrollo de enfermedades**

En Nicaragua el manejo deficiente de sombra en cafetales es uno de los problemas que más afecta los cafetales de pequeños productores, por eso, los técnicos–extensionistas de UNICAFE dedican un tiempo considerable a este tema en las actividades de capacitación y extensión (Galloway y Beer, 1997)

Un alto porcentaje de sombra puede aumentar los problemas de plagas y enfermedades un ejemplo es el incremento de la incidencia de *Mycena citricolor* (ojo de gallo), particularmente en sitios cercanos a ríos y lugares ondulados que presentan microclima adecuado para el patógeno (ICAFE, 1989). Un caso particular corresponde a *Hemileia vastatrix* (roya), la cual causa serias defoliaciones del cafeto en condiciones a plena exposición solar y en sombra (Beer *et al*, 1998), se sabe que para este último caso los árboles de sombra pueden servir de hospedero y como fuente de inóculo a la plantación (Wellman, 1961)

Los cafetaleros de Turrialba consideran que el laurel es una mala sombra ya que la copa se eleva mucho (debido a la autopoda) y esto hace que las gotas caigan sobre el cafeto desde gran altura; la “gotera” daña las flores del cultivo y maltrata las hojas. Esto, aunado a la mayor incidencia de ojo de gallo y con mucho laurel, se reduce significativamente la producción de café (Somarriba, 1999).

## **2.7 Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de café**

Las plagas y enfermedades constituyen dos componentes bióticos importantes en el agroecosistema de las actividades cafetaleras y que deben ser tomadas en cuenta porque reducen los rendimientos e incrementan los costos de producción. Muchos de los insectos que dañan el cultivo de café lo hacen en su estado inmaduro y en la mayoría de los casos, sufren metamorfosis.

Es importante señalar que no todas las plagas y enfermedades son dañinas para el cultivo, por lo tanto es importante identificar los niveles del agente biótico presente. El conocimiento de ambos contribuirá a manejar las plagas y enfermedades para reducir los costos financieros y ecológicos del café (Barrios, 1994).

Las plagas y enfermedades que más afectan al café son:

♣-Pellejillo (*Pelicularia cooke*), ataca principalmente hojas frutos y ramas tiernas de los cafetos, provoca el desprendimiento de ramas y causa la pudrición de los frutos.

♣-Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), ataca las plantas en semillero y almácigos también ataca las hojas de los cafetos que están en el campo en crecimiento definitivo y puede causar la defoliación total de la planta.

♣-Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*), invade la flor el fruto verde y maduro, las hojas y la corteza recién lignificada de las bandolas. Esta enfermedad puede causar depresiones y caída de los frutos; manchas y rotura hasta desprendimiento de las hojas.

♣-Ojo de gallo (*Mycena citricolor*), ataca principalmente las hojas, si se presentan las condiciones optimas para su desarrollo, además invaden los frutos.

♣-Roya (*Hemileia vastatrix*), se encuentra en las hojas en algunos casos se unen hasta cubrirla por completo, gran parte de este follaje se seca y cae, esta enfermedad es tan grave que puede causar la muerte de la planta por la defoliación.

## **2.8 Estudio de la diversidad**

La diversidad es la variabilidad en el número y abundancia de las especies que conforman una comunidad (Pielou, 1975). La diversidad en la agricultura debe concentrarse no solo en los inventarios de especies, sino que también el aspecto económico y social deben ser considerados en todo estudio de diversidad (Magurran, 1989).

Los objetivos de producción y/o protección son determinados por el caficultor según sus prioridades. Un productor con interés en la conservación de los recursos naturales (sobre todo suelo y agua), en una producción más estable a través del tiempo, o en biodiversidad, flora y fauna, (Moguel y Toledo, 1999) va a alcanzar sus metas más fácilmente con un sistema más diverso como lo es el café con sombra que con un monocultivo. Igualmente un sistema con sombra generalmente favorece la producción orgánica de café (por la protección de los cafetos y la mayor diversidad de organismos controladores de enfermedades y plagas) y puede generar productos adicionales de los árboles asociados.

Gómez (1997), afirma que la diversificación se ha venido desarrollando desde hace varios años atrás, con estudios de especies que puedan asociarse al cafetal y en algunos casos que puedan sustituir al cafetal en áreas marginales con baja rentabilidad. La diversidad es importante porque se considera como un atributo de organización comunal en la naturaleza ó relacionado a un proceso ecológico (Mc Intosh, 1967). La diversificación de las fincas cafetaleras mediante la inclusión de árboles de sombra constituye una fuente de ingresos; surge por la división de un recurso (tierra, mano de obra o capital) entre diferentes alternativas o tipos de cultivos. La diversificación agrícola es importante desde el punto de vista económico, social y ecológico.

## **2.9 Diversidad arbórea en el cafetal**

En Nicaragua los caficultores utilizan tres clases de sombra: sombra temporal, sombra semipermanente y sombra permanente, (Galloway y Beer, 1997). Entre las plantas más usadas como sombra temporal sobresale el gandul (*Cajanus cajan*) y la higuera (*Ricinus communis*). Para sombra semipermanente la especie más utilizada es la Cuernavaca (*Solanum bansi*) y para sombra permanente se utilizan varias especies de guabas (*Inga spp*), dependiendo de la altura sobre el nivel del mar. La mayoría de los productores de muchos países emplean en sus terrenos cafetaleros árboles para dar sombra únicamente. Sin embargo los productores pequeños tienden a utilizar varias especies de arboles que producen frutos (Rice y Ward, 1997).

## **2.10 Café orgánico**

En Nicaragua hay muchos caficultores que carecen de recursos económicos para comprar pesticidas y fertilizantes y por lo tanto producen orgánicamente su café. La producción de café orgánico se ajusta a los pequeños productores que están acostumbrados (por necesidad) a trabajar con pocos insumos. Uno de los aspectos fundamentales en la producción de café orgánico es el proceso de certificación. La Asociación para el Mejoramiento del Cultivo Orgánico (OCIA) ha desarrollado los principios, objetivos y metas de la producción orgánica. OCIA (1996). El café orgánico tiene un nicho potencial importante en el mercado internacional que según los pronósticos va a crecer en los años venideros (ANACAFE, 1995).

## **2.11. Estudio de gerencia**

Para hacer la caficultura una actividad rentable, el caficultor debe interesarse tanto en los aspectos vinculados al manejo agronómico, financiero, medioambiental como aquellos relacionados con el proceso de transformación o beneficiado del grano una vez recolectado. El caficultor se convierte no solamente en finquero sino en agrónomo, fitotecnista, economista, y ecólogo (Robleto, 2000).

Durante las últimas décadas la productividad de los cafetales de América Central se incrementó transformando cafetales diversificados tradicionales en monocultivos con manejo intensivo (altas densidades de plantación, variedades de porte bajo, poca o ninguna sombra y altos niveles de aplicación de agroquímicos). Aunque esta estrategia de producción puede ser económicamente rentable en el corto plazo y en condiciones ecológicas favorables, a largo, el riesgo financiero es elevado debido a la inestabilidad de los precios internacionales del café y a los precios crecientes de los agroquímicos (Vaast, 1999).

El diseño de los doseles de sombra debe estar acorde a las nuevas técnicas de manejo agronómico con el propósito de mejorar los niveles de rendimiento productivo por manzana y amortiguar así el impacto de una eventual caída de precios internacionales (Robleto 2000)

Las relaciones sociales de producción que se establecen dentro del proceso de trabajo agroforestal conllevan un determinado grado y forma de transformación de la naturaleza en productos. Lo cual depende de determinado grado y forma de organización social para la producción. Las relaciones que se establecen entre productores dependen de los medios empleados en los procesos de trabajo, de la naturaleza y del uso del producto (Meillassoux 1982).

Es frecuente observar que los productores de café en zonas tropicales están incorporando árboles en sus cafetales, posiblemente debido a que quieren diversificar su producción, aumentar sus ingresos, reducir el costo de manejo y mejorar la calidad del café (Salazar *et al.* 2000). En Costa Rica los incentivos forestales han impulsado la introducción de árboles maderables de rápido crecimiento en los cafetales, que antes se cultivaban a plena exposición solar o como sistemas agroforestales simultáneos con árboles de sombra como *Erythrina ssp.* y *Gliricidia sepium* (Sánchez, 1994).

## **2.12 Enfoque Tipológico**

En la caracterización de cafetales se ha utilizado el enfoque tipológico, mediante el uso de técnicas multivariadas que analizan las relaciones y correspondencias entre las variables estudiadas. Los métodos multivariados proporcionan una ponderación objetiva de la influencia de cada variable sobre la determinación del sistema de finca. Las cualidades del procedimiento constituyen una forma de estudiar la relación entre los sistemas de fincas y su entorno. Escobar y Berdegue (1990), propone las siguientes etapas para este análisis:

a) Selección de atributos. A través de este coeficiente de variación cada una de las variables, se descartan del análisis de tipificación y clasificación aquellas que carecen del poder discriminatorio o que están correlacionadas entre sí, para reducir la redundancia y evitar problemas de multicolinealidad.

b) Análisis de componentes principales. A través de un análisis factorial de componentes principales o el análisis factorial de correspondencia múltiple se analizan las relaciones

**existentes** entre las variables en la matriz de datos. Con esto se busca disminuir o simplificar **los datos** y así facilitar su análisis e interpretación. Se obtiene información que permite **identificar** los fenómenos que determinan la existencia de los distintos tipos.

**c) Análisis de conglomerados.** Se emplea como variable clasificatoria de un número reducido de factores principales. Cada factor principal es una variable constituida a partir de las variables originales.

**d) Determinación de los tipos.** Se hace un dendrograma, donde cada una de las ramificaciones tienen el potencial de ser seleccionadas como un tipo de sistema de fincas.

**e) Descripción de los tipos.** Es una etapa interactiva en la que se describe los tipos del dendrograma para determinar su identidad o naturaleza. Según la descripción de los tipos seleccionados se confirma o se rechaza dicha selección.

**f) Análisis discriminantes para la clasificación a posteriori de nuevas fincas.** Permite calcular la probabilidad de pertenencia de cualquier observación en la clase o tipo determinados según el procedimiento ya descrito.

## **2.13 Estudios tipológicos en cafetales**

Se han realizado varios estudios tipológicos de sistemas cafetaleros en Centroamérica:

Méndez y Benoit-Catti en 1994, realizaron un estudio en Guatemala donde plantearon que el uso de tecnología por parte de los agricultores esta relacionado con la disponibilidad de recursos productivos tales como la tierra y mano de obra, el ciclo de vida familiar y el ciclo de vida de los cafetales. El análisis factorial de correspondencia se utilizó para analizar la información de la encuesta y para determinar los tipos de fincas se utilizó la clasificación ascendente jerárquica, con este análisis pudieron identificar seis grupo de caficultores: 1) Los capitalizados, 2) Los jóvenes, 3) Los diversificados, 4) Los mayores, 5) Los tradicionales y 6) Los semi-proletariados. Respecto a los aspectos técnico-económicos de cada grupo,

concluyeron que la intensificación de la caficultura de los pequeños productores es el resultado de la combinación de factores económicos y sociales que permiten la especialización de la producción y la acumulación de excedentes.

Marten y Sancholuz (1981) usaron distintas técnicas multivariadas para el análisis de factores, correlación canónica, análisis discriminante y análisis de conglomerados para caracterizar las zonas cafetaleras en México. Los resultados indicaron que hay una alta correlación entre algunos de los componentes de manejo, tales como fertilización, podas, chapias y aplicación de pesticidas. Las técnicas intensivas fueron asociadas con las grandes plantaciones y mayores rendimientos de café. Determinaron que a una misma altitud no existe una correlación fuerte entre los tipos de suelo y el clima con las asociaciones de arboles de sombra y frutales intercalado y que hay muy pocas relaciones significativas entre los factores ecológicos y los rendimientos del café.

Moguel y Toledo (1999), determinaron que de acuerdo al nivel de manejo y a la estructura de vegetación, es posible distinguir cinco principales sistemas de producción de café: 1) Sistema tradicional rústico o de montaña, 2) Sistema tradicional en asocio con cultivos, 3) Sistema comercial en asocio con cultivo, 4) Sistema bajo sombra en monocultivo y 5) Monocultivo a pleno sol. Encontraron que existen entre 60 y 70% del área cafetalera que se encuentran bajo manejo tradicional y en manos de pequeños productores.

En Nicaragua a inicios de los años ochenta se realizó un estudio del sector cafetalero y se elaboró una clasificación basada en el tamaño de fincas cafetaleras, la calidad de la tierra, la ubicación de la finca y la tecnología aplicada, se diferenciaron dos tipos de productores; 1) Campesinos y 2) Empresarios. Los primeros persiguen básicamente la reproducción de las condiciones de vida y de trabajo de las familias campesinas mientras que los segundos se orientan hacia la acumulación de capital. Los productores campesinos son dueños de pequeñas propiedades, con las tierras de menor calidad y utilizan pocos insumos, mientras que los productores empresarios son los dueños de grandes plantaciones de café, utilizan alta tecnología y la producción que obtienen en ambos casos es destinada a la exportación (Pelupessy, 1993).

En Nicaragua, Mejía (1990), clasificó los niveles tecnológicos mediante un análisis de clasificación automática usando 88 variables relacionadas con los aspectos tecnológicos y económicos. Usando el algoritmo de Ward, que es jerárquico y de tipo aglomerativo, identificó cinco grupos de productores con tecnología semejante. A estos grupos los determinaban la variable de café, el área total de finca, el área de café productivo y el uso de agroquímicos. El resultado económico es menos favorable para los grupos más tecnificados, porque a pesar de tener el mayor ingreso bruto y margen bruto, son los que más costos variables y costos de agroquímicos tienen, de allí que resultan más eficientes los niveles de tecnología más bajos. En los aspectos socioeconómicos, los grupos son más afectados por el nivel educativo de los caficultores, los servicios de electricidad y agua potable y la capacitación recibida en manejo del cultivo del café.

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



### III- MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción de la zona de estudio

Nicaragua posee cinco regiones cafetaleras: Segovias (I), Jinotega-Norte (II), Jinotega-Matagalpa (III), Boaco (V) Y Managua-Meseta de Los Pueblos (V), (PANIF, 1998). El departamento de Matagalpa tiene una extensión territorial de 8,523 Km<sup>2</sup>, los municipios que la conforman son: Matagalpa, Sébaco, San Isidro, Ciudad Darío, Terrabona, San Dionisio, Esquipulas, Muy Muy, Matiguas, Río Blanco, San Ramón, Tuma-La Dalia y Rancho Grande. Matagalpa es uno de los departamentos más productivos del país, sus principales rubros son el café, granos básicos, hortalizas y ganadería en poca proporción. Posee una población de 383,523 habitantes, (INIFOM, 1996).

El presente estudio se realizó en los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande. El municipio Tuma – La Dalia esta situada en la región interior central de Nicaragua, es un municipio formado por asentamientos con características urbanas, con una extensión territorial de 462 Km<sup>2</sup>. Sus coordenadas son 13° 08' latitud norte y 85° 44' de longitud oeste. Limita al norte con el municipio de Jinotega y Cuá Bocay, al sur con Matiguas y San Ramón, al este con el municipio de Rancho Grande y al oeste con Matagalpa y Jinotega. El municipio de Rancho Grande se encuentra a 213 Km. de la capital, limita al norte con Río Blanco y al sur con Matiguás, al este el municipio de Waslala y al oeste con el municipio Tuma-La Dalia. Su extensión territorial es de 648 Km<sup>2</sup>, y una población de 23,640 habitantes (INIFOM, 1996).

En esta zona se puede encontrar una variabilidad de altura que va de 450- 700 metros que se cataloga como zona baja, de 700- 900 metros como zona media y mayores de 900 metros considerada como zona alta. El clima predominante es de sabana tropical de altura caracterizado como semi-húmedo con una precipitación promedio anual de 1000-2500 mm y una temperatura promedio anual que oscila entre 28°C y 30°C (INIFOM, 1996).

En el departamento de Matagalpa se visitaron 36 fincas, en 18 comunidades, distribuidas 8 fincas en el municipio de Rancho Grande y 28 fincas en el municipio El Tuma- La Dalia. Se estudiaron los factores biofísicos (área cultivada en café, riqueza de especies arbóreas, porcentaje de sombra, abundancia de especies, pedregosidad, rendimientos, meses secos, años de experiencia del productor, pendiente y altitud) y socioeconómicos (costos de aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares, costo de aplicación de herbicidas, costo de aplicación de fertilizantes y costo de mano de obra), composición botánica y estructural de los cafetales de la fincas. Se realizó un recorrido exploratorio con el fin de identificar los principales tipos de cafetales y niveles socioeconómicos en que se encuentra cada finca, utilizando como criterio la fisonomía de los doseles de sombra.

Según el listado brindado por UNICAFE se entrevistaron tres productores según ellos pertenecen al Departamento de Matagalpa y también los productores se consideran pertenecientes al municipio de El Tuma-La Dalia, pero geográficamente están ubicados en el Departamento de Jinotega según el mapa del MAGFOR; sin embargo fueron estudiados ya que reciben iguales recomendaciones técnicas de los extensionistas de UNICAFE y el manejo de los cafetales es similar al restante de los productores estudiados (Figura 1).

Para realizar el presente trabajo contamos con el apoyo de los técnicos de UNICAFE Matagalpa quienes brindaron un listado y modelo de las fincas de café de la zona, distribución espacial y altitudinal, que nos sirvió para identificar los distintos tipos de cafetales presentes. A cada finca visitada se aplicó una encuesta para recolectar información para el estudio de factores biofísicos, socioeconómicos y gerenciales. Para realizar el análisis de gerencia a los productores se utilizaron componentes de sombra como: guabas, maderables, musáceas, frutales y cítricos, la información de los diferentes escenarios propuestos se obtuvo mediante entrevistas y ejercicios prácticos a los productores, en base a seis aspectos:

a) Composición de doseles de sombra de acuerdo al comportamiento de los precios en los próximos cinco años, se les presentó a los productores cinco componentes de sombra guabas, musáceas, maderables, cítricos y frutales para obtener repuestas de cómo los productores tratan

de amortiguar los bajos precios del café en el mercado internacional a través de la diversificación de los doseles de sombra.

b) Nivel de fertilización de acuerdo al comportamiento de los precios en los próximos cinco años, se preguntó a los productores como fertilizaría el cafetal de acuerdo al comportamiento de los precios en los próximos cinco años.

c) Composición de doseles de sombra de acuerdo a tamaño de fincas, se presentó a los productores cinco tamaños de fincas y los cinco componentes de sombra para que diseñaran los doseles de sombra del cafetal y así conocer la lógica de los productores para manejar fincas de acuerdo a diferentes tamaños.

d) Relación entre componentes del dosel de sombra con la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo de café, en base a la experiencia de los productores en el manejo del café, se preguntó que componentes de los doseles de sombra asociaban con la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo de café, para tener el grado de conocimiento de los productores con respecto a este tema.

e) Relación entre niveles de sombra y niveles de fertilización, en base a la experiencia de los caficultores se preguntó cuales serian los niveles de fertilización de acuerdo a las siguientes condiciones: mucha sombra (densa), poca sombra (regulada) y a pleno sol, para determinar el conocimiento y manejo apropiado de los niveles de sombra y fertilización en el cultivo de café.

f) nivel de producción de acuerdo a diferentes niveles de sombra y fertilización, se le presentaron a los productores cuatro combinaciones de sombra y fertilización, a las cuales le asignaban un numero, siendo el numero cuatro la combinación donde se obtiene la mejor producción hasta llegar al numero uno que seria la más baja producción y de esta forma determinar el grado de conocimientos de los productores de cómo son los rendimientos en cada una de estas combinaciones.

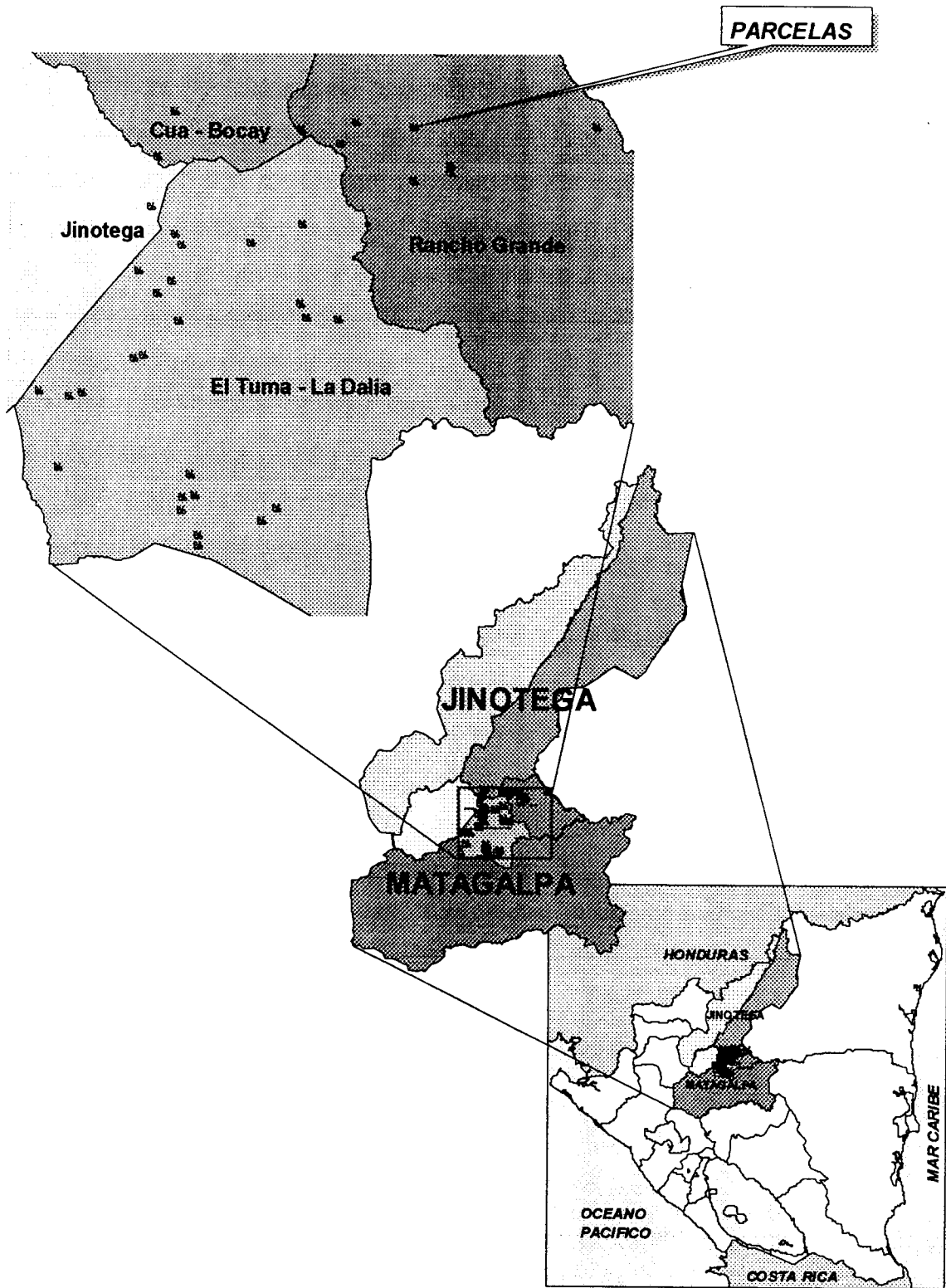


Figura 1. Ubicación de las fincas estudiadas en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, del departamento de Matagalpa 2003.

### 3.2 Componentes de sombra

Se consideraron los componentes usados para proporcionar sombra al café, tomando en cuenta la función que desempeña la planta del dosel y no tanto la especie botánica, ya que el productor utiliza distintas especies de sombra para un mismo fin. Por ejemplo, no se hace distinción entre un laurel (*Cordia alliodora*) y un cedro (*Cedrela odorata*), o entre un poró (*Erythrina spp*) y una guaba (*Inga spp*) porque el propósito que tiene dentro del cafetal es el mismo; proporcionar madera y dar a sombra a los cafetos.

Se consideran los siguientes componentes:

**Árboles de sombra:** Muchas veces este tipo de árboles son el principal componente del dosel. Su finalidad principal es proporcionar una sombra de fácil manejo, además de proporcionar sombra al café, le da un valor ecológico.

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

**Musáceas:** En esta categoría se incluyen todas las variedades de plátanos y bananos (*Musa spp*), que son utilizados para el consumo familiar. En muchos casos son componentes temporales en el cafetal; cuando se establecen nuevas plantaciones o cuando se poda muy severamente el café.

**Cítricos:** Especies como naranja, limón y mandarina, son más abundantes y predominan sobre los demás frutales y tienen mercado más desarrollado.

**Otros frutales:** En esta categoría se encuentran los árboles frutales que generalmente no son tan abundantes dentro del cafetal, con mercados destinados al consumo familiar y a la venta, incluyen aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangifera indica*), zapote (*Pouteria zapota*). Estas frutas no tienen un mercado tan desarrollado como el de cítricos y musáceas.

**Leña:** Existen árboles cuyo propósito principal es dar sombra y leña, ya que en muchas fincas la leña es la principal fuente de energía, ejemplo (guaba, acacia).

**Otros componentes:** Los componentes que no se ajustaron a las descripciones, anteriores se consideran dentro de esta categoría por ejemplo árboles utilizados para postes como el guácimo de ternero, (*Guazuma ulmifolia*) y árboles remanentes del bosque original.

### **3.3. Fisonomía de los doseles de sombra**

Se pueden mencionar los siguientes doseles:

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

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

**Cafetales con sombra y Musáceas.** Especies como las guabas (*Ingas spp*), plátanos y bananos (*Musa spp*), que utilizan para el comercio, consumo familiar y alimentación para la mano de obra que se contrata de forma temporal en la finca.

**Sombra mixta.** El dosel de sombra esta compuesto por una mezcla de numerosas especies, frutales, maderables, musáceas y árboles de sombra.

### **3.4 Criterios para la selección de fincas**

En Nicaragua los productores cafetaleros se clasifican de acuerdo al área de su cafetal en: 1) pequeño productor es el que tiene menos de 14 ha (20 Manzanas); 2) mediano productor cuenta con áreas entre 14 a menos de 35 ha (20-50Mz) y 3) grandes productores cuentan con más de 35 ha (50 Mz).

Las fincas se eligieron con la ayuda de un listado de productores que facilitó UNICAFE y la Asociación de Cafetaleros de Matagalpa (ASOCAFEMAT). De los 36 productores visitados, 12 son pequeños productores, 12 medianos y 12 grandes productores, en la selección de fincas se tomaron en cuenta los siguientes criterios.

- 1) Disposición de colaborar en el presente estudio.
- 2) La ocupación primaria del finquero debe ser la finca misma.
- 3) Debe manejar la finca desde hace más de cinco años.
- 4) Se deben excluir cafetales nuevos.

El trabajo se realizó en cuatro etapas:

-Primera etapa: Gira de reconocimiento e identificación de las vías de acceso y conocer los líderes comunales a través del apoyo brindado por UNICAFE, ASOCAFEMAT y MARENA.

-Segunda etapa: Aplicación de encuesta preliminar para identificar los productores que estuvieran dispuestos a colaborar.

-Tercera etapa: Aplicación de la encuesta para la obtención de datos en las fincas visitadas.

-Cuarta etapa: Procesamiento y análisis de la información.

### **3.5. Variables y mediciones**

Se hizo un recorrido a cada finca para conocer su diseño y manejo agronómico, tomando como referencia la metodología del modelo agroforestal del café propuesta para el análisis de diversidad del dosel de sombra en cafetales de América Central (Somarriba y Llanderal, 1998) (figura 2). Se recolectó la información socioeconómica y biofísica mediante entrevistas y formularios (Anexo 1), la encuesta incluyó la información sobre la ubicación de la finca, el propietario, la familia, el cafetal y el manejo agronómico y sus costos.

Se estableció una parcela temporal de 50x20 en un sitio representativo de la finca, alejado de cortinas rompevientos, linderos y caminos y que no estuviese cerca de la casa; con el fin de evitar sobrestimación en los datos obtenidos. Se midió riqueza y abundancia de las especies del dosel de sombra, longitud, latitud, altitud sobre el nivel del mar, pendiente, pedregosidad y

porcentaje de sombra, para medir 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.

En el centro de la parcela temporal se estableció una subparcela de 10m de longitud alineada conforme la disposición de las hileras de café, y el ancho se tomaron cuatro hileras de café. En la subparcela se contabilizaron las plantas de café y se calculó la densidad de la plantación.

Las mediciones del porcentaje de sombra se realizaron en cuatro puntos de la parcela, donde se tomaron cuatro lecturas en dirección de los puntos cardinales empleando un densiómetro esférico.

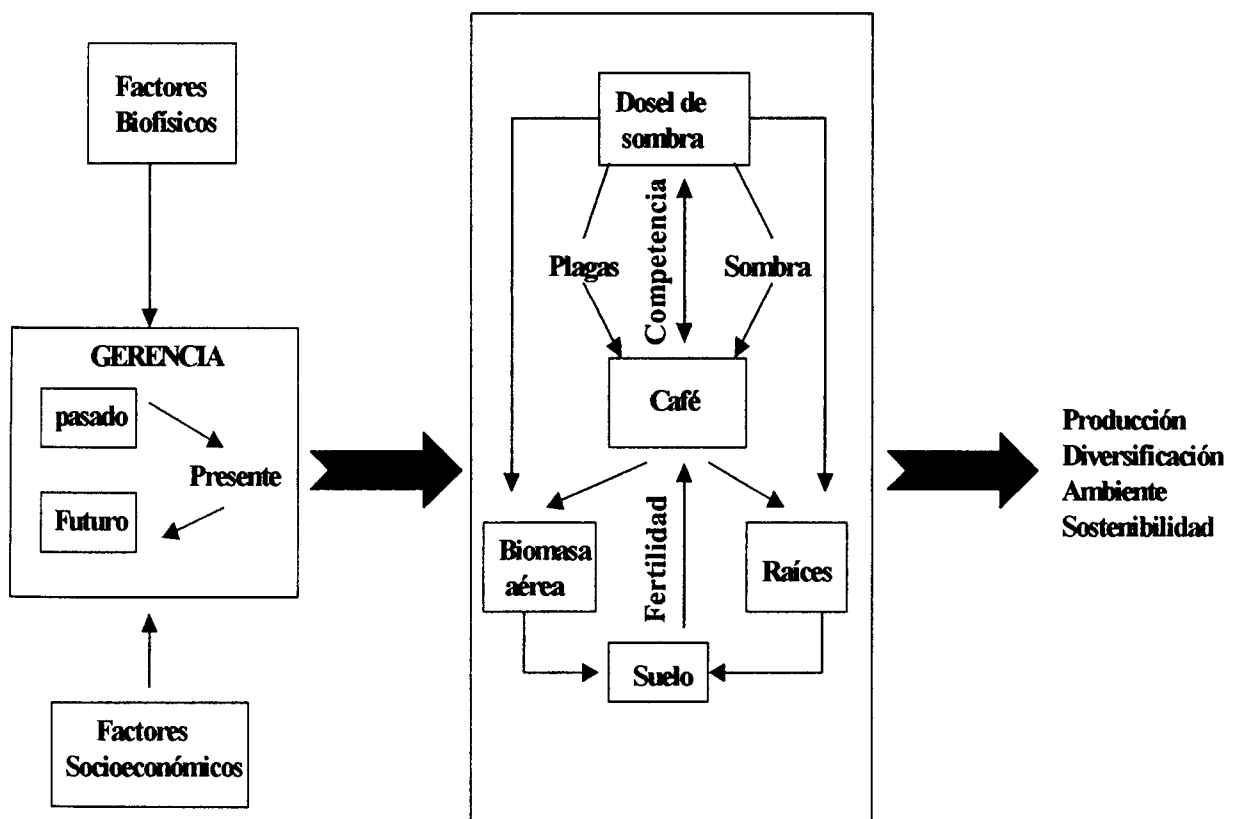


Figura 2. Modelo agroforestal del agroecosistema cafetalero 1998.



### **3.6 Análisis de la información**

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

#### **3.6.1 Caracterización de las fincas**

Se calcularon estadísticas descriptivas de todas las variables biofísicas y socioeconómicas. A través del análisis de varianza y tablas de contingencia, en base a ello se hizo una descripción de la finca considerando todas las variables recopiladas a través de las encuestas.

#### **3.6.2 Análisis de las tipologías**

Las tipologías cafetaleras fueron analizadas mediante la estadística descriptiva, componentes principales (Pla, 1986), conglomerados y discriminante (Ludwig y Reynolds, 1988; SAS, 1987). Los procedimientos de análisis fueron en el siguiente orden: correlaciones, componentes principales, conglomerados y discriminante canónico.

En el análisis de correlación se utilizaron 22 variables cuantitativas se eliminaron las variables altamente correlacionadas o similares entre sí ( $p > 0.05$ ) reduciendo el número de variables a 18. Se seleccionaron los componentes y se identificaron las variables con mayor peso en cada uno de ellos. Se aplicó el análisis discriminante canónico a los conglomerados con el objetivo de explorar los factores que pueden ser responsables de los patrones observados en la clasificación. El análisis de gerencia se realizó mediante pruebas de frecuencias en el sistema SAS para determinar las diferentes consideraciones de los productores sobre los escenarios de diseño y manejo de los cafetales. Las variables canónicas resultantes nos dieron información sobre las variables que mejor producen la agrupación.

## IV RESULTADOS

### 4.1. Caracterización de las fincas

#### 4.1.1 El productor

El (75%) de las fincas son manejadas por administradores ó capataces. La finca es la principal fuente de ingresos del 100% de los productores; el 55% de los productores poseen una sola finca, el 25% tiene dos fincas y los restantes tienen entre tres y cinco fincas. La edad promedio de los caficultores es de 42 años, con promedio de 23 años de experiencia en el manejo de café.

El número promedio de familiares dependientes para pequeños y medianos productores fue de 6 personas. El gasto promedio mensual de pequeños productores para manutención del hogar se calculó de U\$ 123 y para medianos productores es de U\$ 208. En cuanto a participación organizacional, los pequeños productores son los que reciben mayor apoyo de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, como: CARITAS, FUNDEAGRO, PROCAFENOR, ASOCAFEMAT y UNICAFE.

Los ingresos por la venta de otros productos como granos básicos, ganado, leche, hortalizas como zanahoria (*Daucus carota*), remolacha (*Beta vulgaris*) y papa (*Solanum tuberosum*) son muy bajos en la zona, ya que los productores principalmente dedican su producción al autoconsumo; solamente el 18% vende algunos de los productos mencionados.

#### 4.1.2 La finca

El tamaño promedio de finca de pequeños productores fue de 17 ha, medianos 54 ha y grandes con un promedio de 213 ha. El área dedicada exclusivamente al cultivo de café para pequeños productores es de 7 ha en promedio, medianos poseen un promedio de 25 ha y los grandes productores tienen en promedio 122 ha cultivadas en café.

A través del número de usos de la tierra conocemos cuales son los rubros que están presentes en las fincas estudiadas. El número de usos de la tierra para las fincas varió entre 3 y 6. Los principales usos de la tierra para los productores de la zona fueron: potreros (52%), granos básicos (44%), bosque (38%), rastrojo (25%), tacotal (16%), cálala (*Pasiflora edulis*) 14%,

Plátano y banano (*Musa spp*) 8%, cacao (*Theobroma cacao*) 6%, hortalizas (6%). Aunque el uso de la tierra con más frecuencia fue potrero, en la zona no se encontró un número significativo de productores dedicados a la actividad ganadera. El 38% de los productores encuestados tienen reservas de bosque natural que sirven para proteger fuentes de aguas y de hábitat para la fauna de la zona.

Los problemas que afectan a los caficultores de esta zona, son principalmente viento y sequía con un 47%, topografía el 22%, otros (robo, vías de acceso, falta de mano de obra) 20% y el restante menciona problemas de pedregosidad, exceso de lluvia (Tabla 1).

**Tabla 1.** Numero de fincas que reportan problemas para el cultivo de café de los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.

<b>Factores</b>	<b>Número de fincas</b>	<b>Porcentaje</b>
Viento	17	47
Sequía	17	47
Exceso de lluvia	9	25
Topografía	8	22
Nubosidad	7	19
Frío	4	11
Otros	6	17

#### **4.1.3 Medios de producción**

Mediante la entrevista realizada a los productores se logró obtener el inventario de los medios de producción utilizados en las fincas visitadas para realizar las actividades de manejo agronómico en el cultivo de café y así tener una idea del nivel de tecnología empleados por los productores de la zona en estudio. (Tabla 2)

**Tabla 2.** Inventario de medios de producción de las fincas de los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.

Equipos	Productor								
	Pequeño			Mediano			Grande		
	N	X	S	N	X	S	N	X	S
Machetes	12	5	2	12	6	3	12	4	5
Palas	9	4	2	10	6	3	12	11	3
Palin	6	4	2	9	6	2	10	11	4
Piocha	4	2	1	7	2	1	6	5	3
Tijera	9	2	1	9	3	1	12	7	3
Serrucho	8	2	1	8	3	2	12	7	2
Bomba mochila	11	3	2	12	5	2	12	15	8
Bomba motor	4	2	1	4	3	2	9	7	3
Beneficio	6	1	1	12	1	1	12	1	1
Camión	0	0	0	2	1	1	10	2	1
Camioneta	0	0	0	4	2	1	7	1	1
Tractor	0	0	0	0	0	0	6	1	1

N: Numero de fincas. X: Promedio S. Desviación estándar.

#### 4.1.4. Ganado y especies menores

La finca es un sistema compuesto por todos los componentes presentes en ella, dentro de estos componentes podemos mencionar la ganadería (vacuna, equina), porcina (*Sus domesticus*) y aves de patio como gallinas (*Gallus gallus*), patos (*Anas platyrhynchos*) un componente importante en los sistemas de fincas, ya que son fuentes de ingresos económicos que sirven para compensar los bajos precios de otros productos como café, granos básicos entre otros, además son utilizados para el autoconsumo principalmente las especies menores (aves de patio, cerdos). Se realizó el inventario del número de animales presentes en las fincas visitadas encontrando principalmente ganado vacuno, equino, porcino y aviar. La tabla 3 resume los resultados obtenidos.

**Tabla 3.** Inventario de ganado y especies menores en las fincas visitadas en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.

Animales.	Pequeño			Mediano			Grande		
	N	X	S	N	X	S	N	X	S
Vacuno	4	5	3	3	48	16	4	119	157
Equino	5	1	0	8	3	1	7	5	3
Porcino	6	3	1	5	8	9	4	6	3
Gallinas	8	12	4	8	16	3	4	13	3
Patos	4	6	3	6	6	3	3	6	2

N: Numero de fincas. X: Promedio de animales por especies. S: desviación estándar.

#### 4.1.5. Costos Fijos

Los costos fijos anuales que incurren las familias de las fincas estudiadas son el pago de energía eléctrica, reposición de herramientas, pago de impuestos, mantenimiento de caminos dentro de las fincas, reparación de edificios, mantenimiento de maquinarias, pago de salarios y ninguno de los entrevistados reportó pago por el consumo de agua. Tabla 4.

Los pequeños productores el 50% posee servicio de energía eléctrica y el costo es de U\$ 43, el 75% repone herramientas y el 30% realiza mantenimiento de maquinarias, en reposición de herramientas se realizan gastos de U\$ 7 y en mantenimiento de maquinarias U\$ 113, el 100% paga impuestos municipales un total de U\$ 107, el 20% realiza labores de mantenimiento a los caminos de la finca invirtiendo en esta actividad U\$ 13 y solamente el 84% contrata mano de obra realizando un gasto anual de U\$ 173.

Los medianos productores el 75% paga energía eléctrica y repone herramientas, el costo de energía eléctrica es de U\$ 110, en reposición de herramientas gastan un total de U\$ 8, el 100% paga impuestos municipales un valor de U\$ 369, el 50% realiza trabajo de mantenimiento de caminos dentro de las fincas invierten en esta actividad un total de U\$ 120, el 33% realiza mantenimiento de infraestructura (casa, bodega, etc) estos costos son de U\$ 69, el 100% realiza mantenimiento de maquinarias y contrata mano de obra, en mantenimiento de maquinarias se registran costos de U\$ 472 y en pago de mano de obra U\$ 6360.

En el caso de los grandes productores el 100% realizan todos los gastos fijos mencionados registrando las siguientes cantidades, energía eléctrica U\$ 958, reposición de herramientas U\$ 245, pago de impuestos municipales U\$ 1152, mantenimiento de caminos dentro de las fincas U\$ 414, mantenimiento de edificios U\$ 344 (casa, campamentos, bodega, etc), mantenimiento de maquinarias U\$ 1294 y pago de salarios U\$ 82474.

**Tabla 4.** Número de fincas por tipo de productor que reportaron gastos fijos anuales en los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande de Nicaragua, 2003.

Costos fijos anuales U\$	Pequeños		Medianos		Grandes	
	N	M	N	M	N	M
Energía	6	43	9	110	12	958
Reposición de herramientas	9	7	9	8	12	245
Mantenimiento de maquinarias	3	113	12	472	12	1294
Mantenimiento de caminos	3	13	6	120	12	414
Mantenimiento de infraestructura	0	0	4	69	12	344
Mano de obra	10	173	12	6360	12	82474
Impuestos	12	107	12	369	12	1152

N = número de fincas, M = monto promedio.

#### 4.2. El Cafetal

Los cafetales se encuentran ubicados entre los 540 y 948 metros de altitud (promedio 772 m), en terrenos desde planos hasta con un 35% de pendiente, con pedregosidad que va desde 2% hasta un 30%. Las variedades de café más utilizadas en los tres tipos de productores fueron: Caturra (75%) y Catimor el 52%. Los cafetales tienen una edad promedio de 10 años y el rendimiento anual para pequeños productores es de 13.21 qq oro ha<sup>-1</sup>, en medianos productores 12.93 qq oro ha<sup>-1</sup> y 16.76 qq oro ha<sup>-1</sup> en grandes productores. La densidad promedio de cafetos fue de 4,733 plantas ha<sup>-1</sup>. El 61% de los productores realiza poda selectiva, el 39% poda sanitaria y el 30% combina poda selectiva, sanitaria y recepo.

Las plagas y enfermedades que afectan principalmente al cultivo de café en la zona, son: roya, antracnosis, broca y ojo de gallo. El 36% de los productores encuestados mencionan a la roya en primer lugar de importancia en cuanto a afectación al cultivo, seguido de Antracnosis (19%), broca (14%), ojo de gallo (11%), cochinilla, mancha de hierro y pellejillo en menor proporción.

El manejo del Cafetal varia dependiendo del número de labores culturales, el menor número de labores fue de tres y el mayor fue de 12. Las labores culturales más comunes fueron: poda de los cafetos (recepto), regulación de sombra (poda de sombra), control de malezas (chapia), fertilización al suelo (edáfica), foleo (fertilización foliar), deshija, control de broca, desbejuca y cosecha. Tabla (5). El ciclo del cultivo se inicia después de la cosecha con la regulación de sombra en febrero, seguido de la poda de cafetos en marzo eliminando bandolas que presentan plagas y enfermedades.

**Tabla 5.** Calendario de actividades de manejo de cafetales de los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.

<b>Actividad</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Regulación de sombra		x	x	x								
Poda cafetos			x	x								
Fertilización foliar		x					x	x				
Fertilización edáfica					x	x	x	x				
Control de maleza					x	x	x	x	x			
Deshije		x	x	x								
Control de broca							x			x		
Desbejuca					x					x		
Cosecha											x	x

La fertilización foliar se inicia en febrero y se prolonga hasta el mes de agosto; el 66% de los productores usa fertilizante foliar. El deshije se realiza entre febrero y abril. En mayo se inicia la fertilización edáfica con fórmulas completas (15-15-15,18-46-0), y fórmulas nitrogenadas, extendiéndose la actividad hasta agosto. Un 8% de los productores aplica abonos orgánicos como, té de estiércol, compost y lombri-humus.

El control de malezas se realiza 2-3 veces por año iniciando en mayo al comenzar la época de lluvias y se extiende hasta septiembre; el 92% de los productores controla manualmente las malezas. La desbejuca se realiza dos veces al año, una en mayo otra en octubre. El control de broca lo realizan el 42% de los productores durante los meses de julio a octubre. La cosecha se inicia en noviembre y diciembre prolongándose hasta marzo

#### 4.2.1. Doseles de sombra

Se identificaron 40 especies en el dosel de sombra y de acuerdo a la función que desempeñan dentro del cafetal 52% son especies de sombra, 17% son frutales, 15% para leña y 15% son maderables y el restante en otro uso (Anexo 2). Las guabas son las más abundantes en los cafetales (126 árboles ha<sup>-1</sup>) y se encuentra en el 95% de las fincas. Las musáceas se encontraron en el 83% de las fincas con una densidad promedio de (123 tallos adultos ha<sup>-1</sup>), el laurel se encontró en el 39% de las fincas con una densidad de 15 árboles ha<sup>-1</sup> y el coyote se encontró en el 12% de las fincas con una densidad de 12 árboles ha<sup>-1</sup> (Anexo 3). Los demás componentes se encuentran con menor frecuencia y en una abundancia mínima en las fincas. El porcentaje promedio de sombra fue de 68% variando entre 36-85%.

#### 4.2.2. Tipologías basadas en tamaños de fincas

Se utilizaron 18 variables cuantitativas (Anexo 4), para determinar las variables que tienen más peso para separar los tipos de productores definidos *a priori* (pequeños, medianos y grandes) (figura 3). La primera variable canónica (CAN1) explica el 91% de la variabilidad que hay entre los tipos de productores, sumando la canónica (CAN2) se logra explicar el 100% de la variabilidad (Tabla 6). Según la prueba de Lambda Wilks indica que existen diferencias significativas entre los grupos  $p = 0.0142$  (Tabla 6).

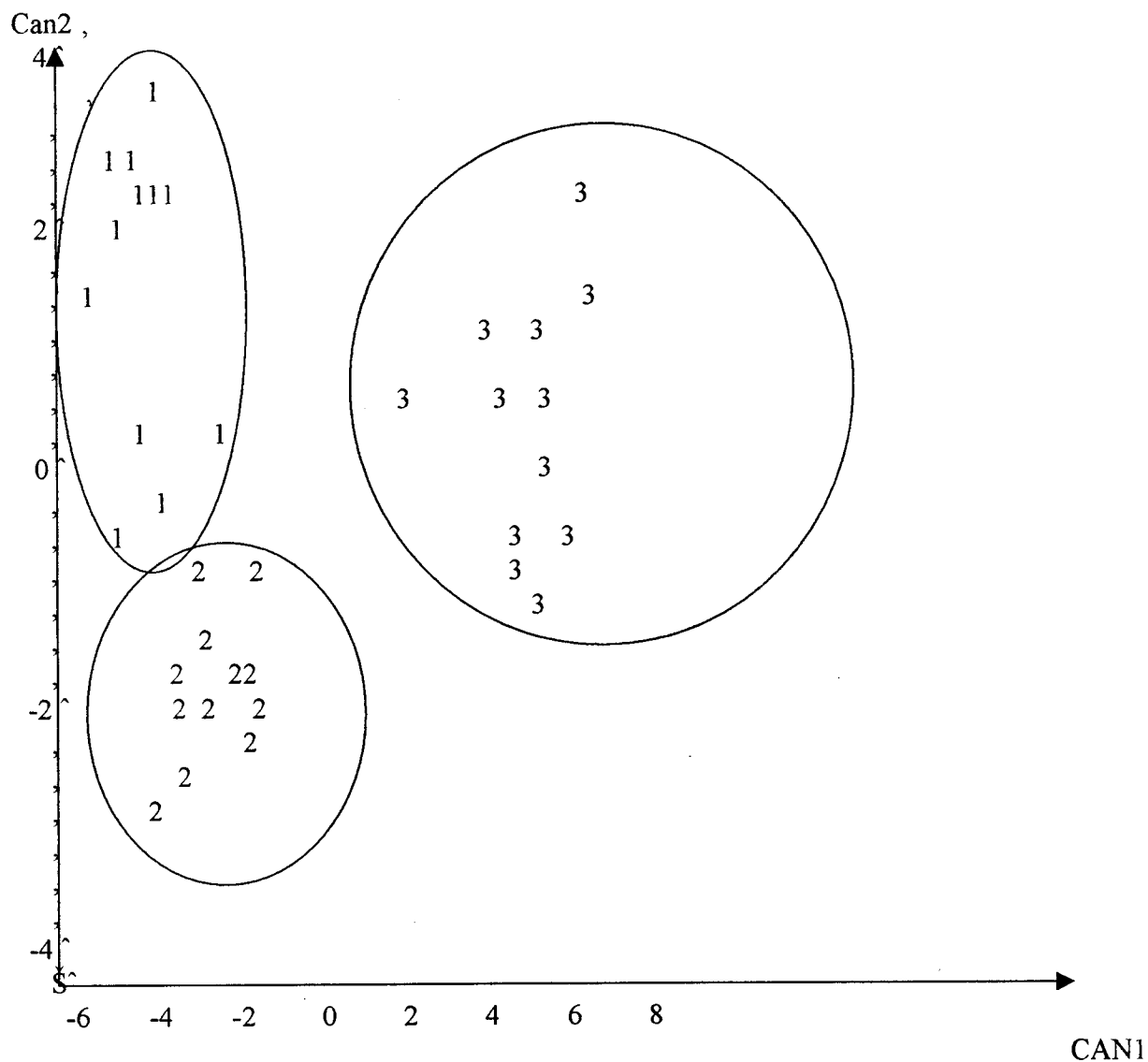
**Tabla 6.** Análisis discriminante canónico para los agrupamientos *a priori*, 2003.

CAN+	Correlación canónica	Valor propio	Proporción acumulada
1	0.9781*	22.1456	0.9157
2	0.8190**	2.0382	1.0000

+CAN: Variable canónica, \* significancia, \*\* no significativo.



La variable canónica CAN1 está dominada por las siguientes variables: área del cafetal en hectárea, número de usos de la finca, densidad del café, altitud, los meses de verano, costo de fertilización y costo de herbicidas. La variable canónica CAN2 está dominada por los años de experiencia de los productores, la riqueza de especies, abundancia de árboles del dosel de sombra, los costos de fertilización y la densidad de árboles por hectárea.



**Figura 3** Representación de las variables canónicas Can1\*Can2 con 18 variables, 2003.

El grupo uno está representado por los pequeños productores con una experiencia en el manejo de sus cafetales de 20 años, poseen un área promedio de café de 6.65 ha, con mayor riqueza de especies, con mayor abundancia de 328 árboles  $\text{ha}^{-1}$ , los costos de aplicación de plaguicidas son menores ( $\$ 9.34 \text{ ha}^{-1}$ ), costo de fertilizantes ( $\$ 177.11 \text{ ha}^{-1}$ ) y costo de mano de obra ( $\$ 121.64 \text{ ha}^{-1}$ ).

En el grupo dos se encuentran los medianos productores con mayor experiencia en el manejo de cafetales 30 años, poseen un área promedio de 25 hectáreas, terrenos con menores pendientes 8%, el porcentaje de sombra es el menor 64%, con abundancia de 307 árboles por hectárea, con bajos rendimientos (12 qq oro  $\text{ha}^{-1}$ ), el costo de aplicación de insecticidas ( $\$ 10.79 \text{ ha}^{-1}$ ), costo de fertilización ( $\$ 108.79 \text{ ha}^{-1}$ ) y costo de herbicidas ( $\$ 106.59 \text{ ha}^{-1}$ ).

En el grupo tres se encuentran los grandes productores con un promedio de 22 años de experiencia en el cultivo de café, el área cultivada en café es más extensa con un promedio de 122 hectáreas, el porcentaje de sombra es de 66%, la abundancia es de 271 árboles  $\text{ha}^{-1}$ , los rendimientos son los mejores (17 qq oro  $\text{ha}^{-1}$ ), los costos de aplicación de insecticidas son mayores ( $\$ 33.33 \text{ ha}^{-1}$ ), costo de fertilización ( $\$ 231.54 \text{ ha}^{-1}$ ), costo de herbicidas ( $\$ 16.15 \text{ ha}^{-1}$ ) y costo de mano de obra ( $\$123.09 \text{ ha}^{-1}$ ).

En los tres grupos las fincas presentan terrenos planos (12 y 13%), la altitud se encuentran en un rango de (740 y 780 m) y la densidad de café (4500 – 4800 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ) Tabla 7.

**Tabla 7.** Valores medios de las variables según tipo de productor, 2003.

Variabes	pequeños	Medianos	Grandes
Experiencia (años)	20.b	30a	21.91b
Área café (ha)	6.65c	24.76b	122.37 a
Numero de usos	3.25a	3.50a	2.25b
Numero de fincas	1.33b	1.33b	2.41 a
Café (plantas ha <sup>-1</sup> )	4692 a	4733a	4809 a
Pendiente (%)	14.08a	12.50a	13.58 a
Altitud (m)	748.75a	744 a	785 a
Sombra (%)	74.7 a	64 b	66.13 b
Riqueza (especies)	6 a	3.41 b	3.08 b
Abundancia. (plantas ha <sup>-1</sup> )	32.83 a	30.75 a	24.75 b
Meses de verano	3.58 a	3.25 a	3.91 a
Pedregosidad (%)	6 a	6.41 a	8.25 a
Rendimiento(qq oro ha <sup>-1</sup> )	13.23 a	12.89 a	16.69 a
Costo insecticida (\$ha <sup>-1</sup> )	9.34 b	10.79 b	33.33 a
Costo fertilización (\$ha <sup>-1</sup> )	177 a	108.79 a	231.54 a
Costo herbicida (\$ha <sup>-1</sup> )	0.00 b	5.94 b	16.15 a
Costo mano de obra (\$ ha <sup>-1</sup> )	121.64 a	106.59 a	123.09 a
Densidad (# árboles ha <sup>-1</sup> )	328 a	307 a	271 a

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas entre las variables  $P < 0.05$ .

#### 4.2.3 Tipologías de doseles de sombra

Se utilizaron 17 variables cuantitativas para el análisis de los doseles de sombra (Anexo 5). Para garantizar la no correlación de las variables, se consideraron las primeras ocho variables de acuerdo a los resultados obtenidos (Anexo 6), ya que explican el 86% de la variabilidad del total de los datos. Los primeros siete componentes están dominados por la variabilidad relacionada al porcentaje de sombra en el cafetal y al número de estratos presentes en el componente arbóreo y a la altura máxima y mínima de la estructura vertical. El octavo y

noveno presentan dominancia por las variables asociados a la riqueza y abundancia de los árboles en el dosel de sombra.

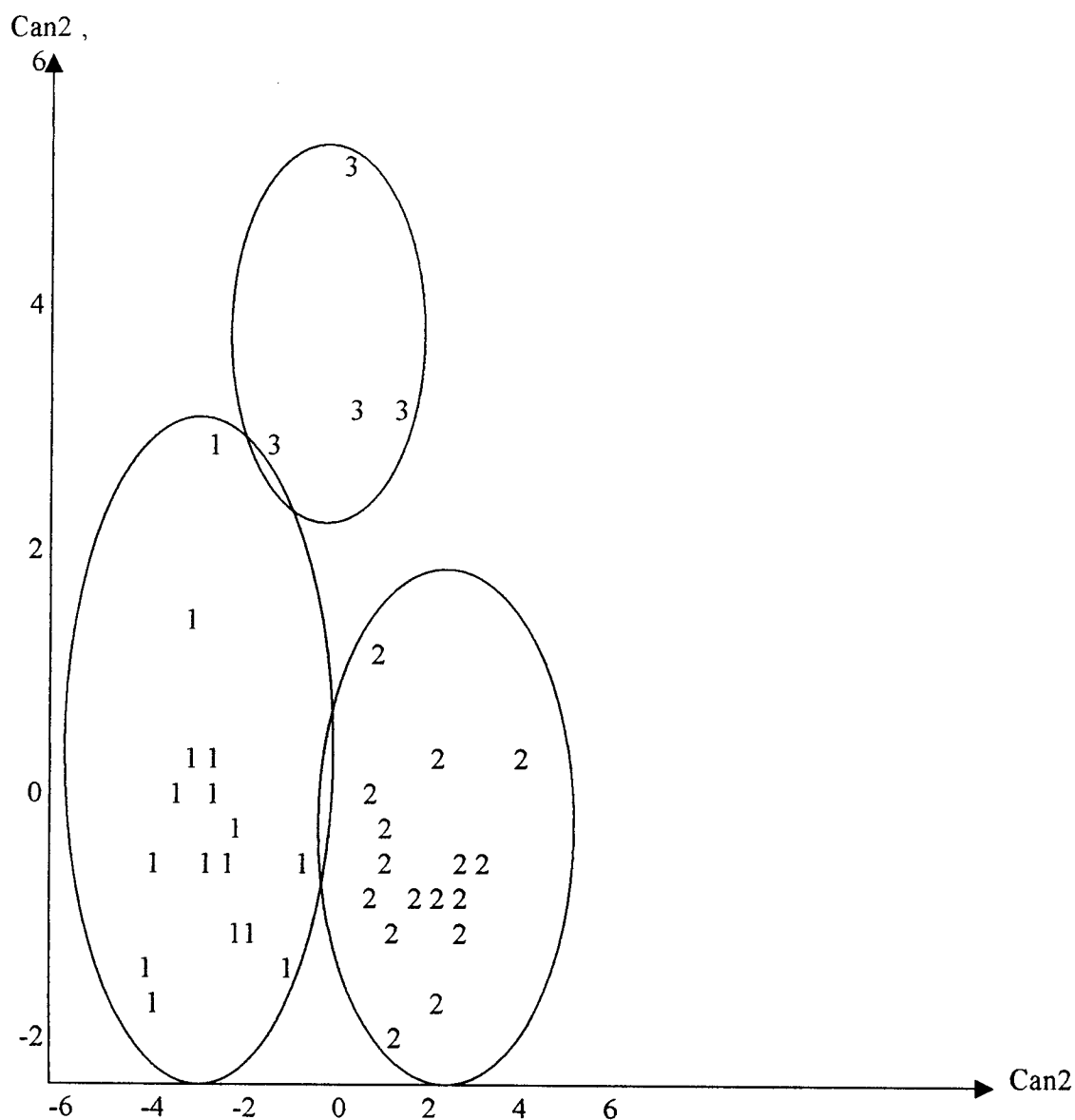
La prueba de Lambda Wilks resultó altamente significativa ( $p= 0.014$ ) y una probabilidad  $< 0.0001$ , lo cual nos separa los distintos grupos de sombra (figura 4), la variable canónica CAN1 explica el 76% de variabilidad total de los datos y sumándole la canónica dos (CAN2) se explica el 100% de la variabilidad total (Tabla 8).

**Tabla 8.** Análisis discriminante canónico para los conglomerados establecidos utilizando 17 variables, 2003.

CAN+	Correlación canónica	Valor propio	Proporción acumulada
1	0.9234*	5.7883	0.7606
2	0.8035**	1.8218	1.0000

+CAN: Variable canónica, \* significativa, \*\*no significativa.

La variable canónica CAN1 está dominada por las siguientes variables estrato alto y estrato bajo de los doseles de sombra, maderables como componente de sombra y otros (árboles remanentes del bosque natural) la variable CAN2 esta influenciada por: pendiente, altitud (factores biofísicos), musáceas, maderables (componentes de sombras) y los estratos alto y bajo de los doseles de sombra.



**Figura 4.** Representación de la variables canónicas Can1\*Can2 con 17 variables, 2003.

En el primer conglomerado están incluidas dieciséis fincas con altitud promedio de 720 m, estas poseen doseles poco diversificados con promedio de sombra de 66%, presentan dos estratos verticales, altura mínima 5m y altura máxima 16m, promedian una densidad de 310 árboles ha<sup>-1</sup>, utilizan especies para sombra como guabas y musáceas.

En el segundo conglomerado se agrupan dieciséis fincas, con altitud promedio de 770m presentan doseles diversificados con un promedio de sombra de 71%, presentan dos estratos verticales con altura mínima de 4m y altura máxima de 15m, con densidad promedio de 280 árboles ha<sup>-1</sup>, utilizando como especies de sombra ,guabas, musáceas y árboles de montaña.

En el tercer conglomerado se agrupan cuatro fincas con altitud promedio de 880m. Poseen doseles diversificados, altura mínima de 4m y altura máxima 8m, con una densidad de 230 árboles ha<sup>-1</sup>, utilizan sombra mixta mezclando especies como: guabas, musáceas, maderables y frutales. La tabla 9 muestra los valores medios de las variables evaluadas para obtener los distintos tipos de sombra.

**Tabla 9.** Valores medios de las variables por tipologías del dosel de sombra, 2003.

Variables	Grupo1	Grupo2	Grupo3
Numestra	2.37a	2.87a	2.00b
Sombra (%)	65.74a	70.65a	68.98 a
Estrato1	3.87b	7.31a	0.00b
Estrato2	12b	8.62b	28b
Estrato3	5.81b	11.5b	18.68 a
Altura mínima (m)	4.60a	3.83a	3.57 a
Altura máxima (m)	15.668a	15.28a	7.75b
Abundancia (árboles ha <sup>-1</sup> )	21.75b	34.62a	39.50 a
Guabas ha <sup>-1</sup>	13.50b	7.87b	28.00 a
Maderables ha <sup>-1</sup>	1.12 a	5.43 a	0.00 b
Cítricos ha <sup>-1</sup>	0.00 a	0.62 a	0.00 a
Frutales ha <sup>-1</sup>	0.12 b	1.00 b	3.75 a
Musaceas ha <sup>-1</sup>	6.06 b	18.31 a	7.75 b
Montaña ha <sup>-1</sup>	1.06 a	0.50 a	0.00 a
Otros (# arboles ha <sup>-1</sup> )	2.00 a	0.81 a	0.00 a
Pendiente (%)	15.12 a	12.37 a	10.50 a
Altitud (m)	719.50 b	769.69 b	880.50 a

### **4.3. Análisis Gerencial**

El análisis de gerencia permite conocer las estrategias que adoptan los productores frente a la situación que atraviesa actualmente el sector cafetalero, expresando sus ideas de cómo manejar sus cultivos y como diseñar de forma apropiada un sistema productivo que genere ingresos de forma constante, para hacer la caficultura una actividad más rentable.

#### **4.3.1. Composición de los doseles de sombra según el tamaño de fincas**

El tamaño de fincas influye en la decisión de cuales componentes de sombra elegir para el cafetal, a medida que aumenta el área de la finca disminuyen los componentes del dosel de sombra, el 71% y 64% de los productores prefieren como componentes del dosel de sombra las guabas y musáceas respectivamente por ser especies de fácil manejo. El 37% de los productores plantaría maderables dentro de sus cafetales y en menor proporción los cítricos y frutales por ser especies que requieren mucho manejo y cuidado. (Tabla 10) muestra que pequeños, medianos y grandes productores tienen un amplio conocimiento en el manejo de fincas.

**Tabla 10.** Número de productores que prefieren diferentes componentes de sombra para el cafetal según el tamaño de las fincas, 2003.

Tipo productor	Tamaño	Guaba	Musáceas	Maderables	Cítricos	Frutales
Pequeño	1.5	9	9	4	4	4
	7	8	6	7	5	6
	14	10	7	5	4	8
	28	9	5	6	4	2
	>57	12	7	4	2	3
Mediano	1.5	7	8	2	5	6
	7	8	7	2	3	6
	14	8	6	6	3	5
	28	11	5	4	1	1
	>57	12	6	6	0	0
Grandes	1.5	4	8	2	6	9
	7	7	10	2	3	5
	14	9	11	3	3	2
	28	12	11	6	2	1
	>57	12	10	8	2	2

#### 4.3.2 Composición de los doseles de sombra según los precios del café en los próximos cinco años

Los precios también influyen en la composición de los doseles de sombra en el cultivo de café, los productores encuestados prefieren utilizar ciertos componentes de sombra que generen beneficios biofísicos y económicos. Para paliar la caída internacional de los precios del café los productores buscan alternativas de ingresos a través de la diversificación de los doseles de sombra. Con buen precio (US\$ 91 qq<sup>-1</sup>) los productores utilizan principalmente guabas, musáceas y maderables ya que este permite recuperar la inversión y obtener ganancias. Por el contrario los productores consideran un mal precio (US\$ 46 qq<sup>-1</sup>) el cual no permite recuperar los costos de inversión ni darle un mantenimiento adecuado al cultivo (Tabla 11), lo que



conllea a diversificar los componentes de sombra disminuyendo el uso de guabas y maderables e incrementando el uso de frutales, cítricos, y musáceas, de esta manera buscar nuevas alternativas que les permita mejorar las condiciones de vida.

**Tabla 11.** Número de productores que prefieren diferentes componentes de sombra según el comportamiento del precio del café en los próximos cinco años de los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.

Componente	Precios	
	Buenos (US\$ 91qq <sup>-1</sup> oro)	Malos (US\$ 46 qq <sup>-1</sup> loro)
Guaba	30	24
Musaceas	13	26
Maderables	12	10
Cítricos	2	6
Frutales	3	11

#### 4.3.3. Rendimiento del cafetal según distintas combinaciones de sombra y fertilización

El rendimiento del cafetal depende del manejo adecuado de los niveles de sombra y fertilización con que se maneja la plantación, el 88% de los productores conoce que combinando bajos niveles de sombra y alta fertilización se obtienen los mejores rendimientos, el 39% tiene conocimientos que combinando bajos niveles de sombra y baja fertilización se obtienen muy buenos rendimientos, un 47% sabe que combinando sombra densa con alta fertilización se obtienen rendimientos regulares(bajos), el 25% de lo productores conoce que combinando altas densidades de sombra con baja fertilización se obtienen los más bajos rendimientos (Tabla 12).

**Tabla 12** Número de productores que conocen sobre los rendimientos que se obtienen combinando los niveles de sombra y fertilización en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.

		Fertilización	
		Alta	Baja
Sombra	Mucha	17	9
	Poca	32	14

#### 4.3.4. Nivel de fertilización del café según los precios en los próximos cinco años

Los niveles de fertilización del cafetal están en función de los precios de venta de la producción obtenida, el 70% de los productores entrevistados utilizaría los niveles adecuados de fertilización si los precios del café durante los próximos cinco años fueran altos, el 36% no fertilizarían los cafetales si los precios continúan bajos, además la fertilización del café no solo depende del precio del café sino también de los costos de los fertilizantes químicos ya que estos suben de precio constantemente, lo que hace que adopten estrategias como la elaboración de abono orgánico para disminuir los costos de producción. En la tabla 13 se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 13** Número de productores que fertilizarían según los precios del café en los próximos cinco años, 2003.

Precios	Nivel de fertilización			
	Ninguno	Bajo	Medio	Alto
Bajos	13	15	7	1
Altos	0	1	10	25

#### 4.3.5 Niveles de fertilizantes según la cantidad de sombra presente en el cafetal

Los productores encuestados conocen sobre el nivel de fertilización que se debe aplicar a las plantas de café en relación a la densidad de sombra presente en el cafetal, con sombra densa el 17% de los productores no fertilizaría, 80% fertilizaría en menor proporción ya que los nutrientes no son aprovechados por las plantas de café sino por los árboles del dosel de sombra, solo el 3% manifestó que fertilizaría con niveles altos de fertilizantes bajo estas condiciones. Con sombra regulada el 70% opina que utilizaría altos niveles fertilizantes y el 30% bajos niveles de fertilización. Por otro lado los productores consideran que un cafetal cultivado pleno sol necesita mayor cantidad de fertilizantes por lo que el 89% de los productores considera que se debe de fertilizar con altas cantidades debido a que estas plantaciones demandan mayor cantidad de nutrientes para poder producir. La tabla 14 resume los resultados.

**Tabla 14** Número de productores que consideran el nivel de fertilización adecuado según la cantidad de sombra en el cafetal en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.

Nivel de sombra	Nivel de fertilización			
	Cero	Bajo	Medio	Alto
Densa	6	10	19	1
Regulada	0	0	11	25
A pleno sol	1	0	3	32

#### 4.3.6 Plagas y enfermedades que los productores asocian al componente arbóreo dentro del cafetal

El 95% de los productores asocian algunas especies que son utilizadas como doseles de sombra a la incidencia de plagas y enfermedades que afectan el cultivo de café. El 67% de los productores asocian la presencia de “ojo de gallo” a los componente de sombra como aguacate, guabas mango, naranja y cuernavaca, con mayores incidencia ya que estos árboles prestan las condiciones para que éstas puedan proliferar. El 53% de los productores coincidieron que la

“roya” esta asociada cuando hay presencia de de especies de sombra como nogal, chilamate, guabas, naranja y aguacate. El 42% de los productores asocian a la “antracnosis” con las especies como el banano, chilamate, aguacate y laurel. Otras plagas y enfermedades están asociadas a los doseles de sombra pero los productores consideran que en menor proporción  
Tabla 15.

El helequeme, aguacate y guabas son las especies que los productores asocian con mayor frecuencia a algún tipo de plaga o enfermedad al cultivo de café, ojo de gallo, roya, y antracnosis son las enfermedades mas asociadas a las especies de sombra antes mencionadas. Además afirman que la regulación de sombra es lo esencial para reducir las incidencia de dichas plagas y enfermedades en el cultivo de café.

**Tabla 15.** Plagas y enfermedades asociadas al dosel de sombra en los municipios El Tuma-La Dalia y Rancho Grande, 2003.

Plagas	Aguacate	banano	plátano	nogal	cuernavaca	helequeme	chilamate	guaba	laurel	mango	naranja	%
Ojo de gallo	4	1	1	0	2	2	0	6	2	3	3	67
Roya	2	0	1	3	1	2	3	4	1	0	2	53
Antracnosis	2	4	0	1	0	2	4	0	2	0	0	42
Pellejillo	4	1	1	0	1	4	1	2	0	0	0	39
Minador	2	0	0	0	0	4	0	2	0	1	1	28
Cochinilla	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4	1	19
Mancha de hierro	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0	14
Nematodos	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	14
Hongos	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Escamas	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	11
Mal rosado	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	8
Matapalo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6
<b>Frecuencia</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>-</b>

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Diversidad en el dosel de sombra de los cafetales

La diversidad del dosel de sombra de los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande (Nicaragua) está influenciada por el número de estratos de sombra, el área cultivada en café, altitud, la intensidad de manejo (costo de fertilización y costo de herbicidas) y los meses secos. Lo cual concuerda con el estudio realizado en el Salvador por (Escalante, 2000), ya que encontró que la diversidad del dosel está influenciada por la intensidad de manejo, altitud y meses secos, en estas circunstancias la sombra puede brindar ventajas al café proporcionándole mejores condiciones para la producción.

Los cafetales tradicionales tienen una estructura vertical diversificada con tres a cuatro estratos y una gran variabilidad de especies en el dosel de sombra. Esto ha sido encontrado en El Salvador (Escalante 2000), México (Gallina, Mandujano y González-Romero, 1999; Fuentes, 1979 y Jiménez 1979); Guatemala (Villatoro 1986); Costa Rica (Lagermann y Heuvelodop 1983, Espinoza 1983); Venezuela (Escalante 1985, 1997, Escalante *et al.* 1987), Ecuador (Mussak y Laarman 1989); Puerto Rico (Weaver y Birdsey 1986). Otros autores reportan la predominancia de una sola especie en el dosel de sombra como macadamia (*Macadamia intergrifolia*), poró (*Erythrina poeppigiana*), o laurel en cafetales de Costa Rica (Somarriba 1990; Beer 1995; Muschler 1997; Llanderal 1998).

Las principales plagas y enfermedades del café en las fincas estudiadas son, (Roya, Antracnosis y Ojo de gallo), asociadas por los productores con algunas especies del dosel de sombra; el 67% relaciona el Ojo de gallo con el aguacate, guaba, mango, naranja y laurel; 53% de estos productores asocia la roya con el aguacate, nogal, guaba y helequeme igual a lo reportado en Cuba, por Sabori et al. 1992, que encontró tres especies arbóreas asociadas a la presencia de nematodos en el cafetal. Zúñiga (2000) reporta que los cafetales bajo sombra de Bosque, Musáceas e Ingas, presentaron altos porcentajes de sombra lo cual genera alta humedad relativa dentro del cafetal, impidiendo la entrada de luz y la circulación de aire. En estas condiciones impidiendo las hojas del café se mantienen húmedas por más tiempo lo que favorece el ataque de ojo de gallo. Contrario a los resultados obtenidos por Bonilla (1999), en los cafetales del Pacífico de Nicaragua y Escalante (2000) en el occidente de El Salvador quienes reportan que

la presencia de plagas y enfermedades está asociada al mal manejo de la sombra y no a alguna especie en particular. Son pocos los estudios que se han realizado para determinar si los árboles más utilizados como sombra permanente en el cultivo de café, podrían ser hospederos de plagas o enfermedades.

Las especies maderables son un componente común en los doseles de sombra de los cafetales en distintos países. En Ecuador la mayoría de la madera industrial proviene de los árboles de sombra de los cafetales y cacaoales (Mussak, Laarman 1989). Llanderal (1998) y Escalante (1997) indican que los productores toleran al laurel en los cafetales porque produce madera, aunque no sea una buena especie de sombra.

Galloway y Beer (1997), reportan que las especies preferidas como árboles de sombra en los cafetales de Nicaragua son las *Ingas* spp (guabas), en menor proporción *Gliricidia sepium* (madero negro), *Simarouba glauca* (Acetuno) y *Erythrina fusca* (poro). Esto coincide con los resultados de este estudio, ya que las guabas (*Ingas* spp) son las más utilizadas como sombra en los cafetales de la zona de estudio.

## **5.2. Diversificación de la producción en áreas cafetaleras**

La diversificación surge debido a la necesidad económica y social lo que beneficia al entorno ecológico. La diversificación es una manera de mejorar la variabilidad en ambiente biofísico o económico por lo que se espera mayor estabilidad en las fincas diversificadas (Somarriva, 1993; Grain, 1998). Los cambios constantes en el mercado internacional del café así como la necesidad de producir otros productos para el mercado y el autoconsumo, ha llevado a los productores a diversificar las fincas cafetaleras.

Las fincas más diversificadas son las de los pequeños productores quienes presentan mayor riqueza y abundancia de especies de sombra, para satisfacer necesidades de leña, madera y frutas. Los grandes productores tienen la posibilidad de diversificar a nivel de finca ya que poseen extensas áreas por esta razón presentan menor riqueza y abundancia dentro de sus cafetales concuerdan con estos resultados estudios realizados en Nicaragua Bonilla (1999),

Costa Rica (Llanderal, 1998 y Espinoza 1983), Guatemala (Villatoro 1986) y Venezuela (Benacchio, 1987).

La diversidad biológica puede ofrecer aportes económicos importantes a los caficultores (Reeves y Lilieholm 1993.). Para los productores de la zona de estudio que manejan sombra mixta consideran una fuente importante de ingresos a corto plazo y obtener otros productos para la subsistencia familiar. Dentro de las fincas cafetaleras estudiadas muchos de los productores optan por la sombra de musáceas ya que además de utilizarlo como sombra también son utilizados como fuente de alimentos para la familia, la mano de obra contratada y genera un ingreso adicional por la venta del producto. Por otro lado las guabas son aceptadas por los productores por su fácil manejo, y producción de leña lo que constituye la principal fuente de energía para la mayoría de la población rural.

### 5.3 Tipologías cafetaleras

Jiménez Ávila (1979) menciona en su estudio realizado en Veracruz, México que son muchos los factores que interfieren en la estructura de las fincas cafetaleras. Las condiciones ecológicas de cada sitio están relacionadas, en gran parte con la estructura de los cafetales y esto contribuye a tener diferentes tipologías. El planteó que de acuerdo a la estructura arquitectónica los cafetales de esta región pueden clasificarse en cuatro tipos: 1) cafetales mixtos, 2) cafetales con árboles de sombra de *Inga jinicuil*; 3) cafetales con árboles de sombra de *Inga leptoloba* y 4) cafetales a pleno sol. En los cafetales del Tuma-La Dalia y Rancho Grande, se identificaron tres tipologías arquitectónicas: 1) cafetales con guaba y musáceas; 2) cafetales con guabas, musáceas y árboles de montaña y 3) cafetales mixtos.

En los cafetales de Córdoba, Veracruz, Fuentes (1979), clasificó los sistemas cafetaleros en tres tipos: 1) rústico; 2) tradicional y 3) plantaciones. El sistema tradicional, es el más difundido en México y es propio de pequeños productores que al carecer de medios económicos y tecnológicos para establecer café en monocultivo, diversifican sus cafetales para mejorar el ingreso de efectivo o el consumo familiar, de los animales (domésticos y silvestres).

En México, Moguel y Toledo (1999), clasificaron los sistemas cafetaleros de acuerdo al nivel de manejo y la estructura de la vegetación en: 1) rústico tradicional; 2) sistema tradicional de policultivo; 3) sistema comercial de policultivos; 4) sistema de monocultivo bajo sombra y 5) sistema de monocultivo a pleno sol. De acuerdo a los criterios de clasificación de los sistemas cafetaleros Mexicanos, los cafetales de este estudio pueden agruparse de la siguiente manera: 1) sistema tradicional de monocultivo bajo sombra (grupo 1), 2) sistema tradicional de cultivos (grupo 2) y 3) sistema comercial de policultivos (grupo 3)

#### **5.4 Análisis de Gerencia**

Un estudio realizado en México por Yépez (2001), concluyó que la diversidad del componente de sombra del sistema de producción del café está definido por la selección consistente de los productores de acuerdo a las condiciones de clima, altitud, características de la vegetación en cada zona y las necesidades de cada finca.

El análisis de gerencia muestra una clara tendencia de todos los productores a la diversificación de sus cafetales si los precios del café durante los próximos cinco años son bajos, la sombra mayormente preferidas por los productores como doseles de sombra son las guabas, musáceas y maderables. Los productores prefieren estas especies por diversos motivos: las guabas por ser de rápido crecimiento y fácil manejo, aporta nitrógeno y materia orgánica al suelo; las musáceas, cítricos y frutales, generan productos para el autoconsumo y para la venta.

En el estudio realizado por Linkimer en Costa Rica (2001) afirma que la preferencia de los productores hacia especies frutales es un aspecto importante al momento de seleccionar y promover el uso de especies de sombra en cafetales. Concluyó que la diversidad de especies en el dosel de sombra en los cafetales además de estar relacionada con el tamaño de las plantaciones está ligada a la preferencia y necesidades de los productores, esto ocurre en este estudio ya que los pequeños y medianos caficultores debido a las limitaciones socioeconómicas optan por sembrar árboles de sombra que generen otros ingresos como: frutales (mango y aguacate), cítricos (mandarina, naranja y limón) y musáceas.



Los productores consideran que las especies maderables como laurel, nogal, cedro etc favorecen la roya y el ojo de gallo sin embargo los mantienen como doseles de sombra de los cafetales ya que estos ayudan a la conservación de la biodiversidad, protegen al suelo y las fuentes de agua, además pueden utilizarse para la construcción y venta de madera.

Westphal (2002) realizó un estudio en la región del Pacífico de Nicaragua; evaluó la diferenciación social y cambio tecnológico como parte de la forma de sobre vivencia de los pequeños productores. Concluyó que estos productores buscan diversificar sus fincas con árboles que brinden productos a corto plazo y que el diseño y manejo del sistema agroforestal del café esté unido a la situación socioeconómica de las pequeñas fincas.

Estudios realizados por Galloway y Beer (1997) en el sector cafetalero de Nicaragua afirman que cuando los precios del café bajan los productores tienden a invertir menos recursos y esfuerzos en el manejo de sus cafetales. Por ejemplo fincas semi-tecnificadas pueden recibir durante un tiempo un manejo tradicional. Los productores de El Tuma-La Dalia y Rancho Grande además de buscar la diversificación de las fincas como una forma para obtener mayores ingresos también han adoptado cambios en el manejo del cafetal como reducir la aplicación de fertilizantes, el abandono de actividades como aplicación de herbicidas y reducción de la mano obra contratada.

## VI. CONCLUSIONES

Se identificaron tres tipologías cafetaleras en los municipios Tuma-La Dalia y Rancho Grande: cafetales con sombra de guabas y musáceas; cafetales con sombra de guabas musáceas y árboles de montaña; cafetales con sombra mixta.

El diseño de los doseles de sombra, la intensidad de manejo y el nivel socioeconómico son los factores que determinan la riqueza y abundancia de especies de los doseles de sombra de las fincas estudiadas, ya que los pequeños productores presentan mayor riqueza y abundancia que las fincas de los medianos y grandes productores.

El análisis de gerencia muestra que los productores tienen conocimientos de las interacciones que hay entre sombra, fertilidad y rendimiento lo que influye en la toma de decisión sobre el diseño y manejo de los doseles de sombra del cafetal.

Los productores reflejan una tendencia a diversificar la sombra de los cafetales si los precios del café en los próximos cinco años continúan bajos, también muestran conocimientos de la relación que tienen las especies del dosel de sombra con respecto a las plagas y enfermedades.

Los productores tienen conocimientos del manejo agronómico de los cafetales; pero los bajos precios del café no le permite dar la asistencia adecuada que requiere dicho cultivo por lo cual han adoptado estrategias que le permitan disminuir los costos de producción mediante la implementación de abonos orgánicos.

Los productores conocen que la combinación de sombra regulada y alta fertilización genera los más altos rendimientos y mejorarían la atención al cultivo si los precios durante los próximos años mejoran.

## VII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios a profundidad en relación al efecto que tienen las especies utilizadas como sombra con la incidencia de plagas y enfermedades.

Aprovechar la vasta experiencia que tienen los productores en el manejo de sus fincas para impulsar programas de diversificación en los sistemas agroforestales del café y buscar mejores mercados que incentiven a los productores a producir café de excelente calidad.

Impulsar la caficultura con enfoque eco turístico, para amortiguar los bajos precios del café, ya esta representa un gran potencial por ser una caficultura amigable con el medio ambiente y el ser humano.

Promover el intercambio de conocimientos de los productores de Nicaragua con los de otros países para mejorar el conocimiento en el manejo de sistemas agroforestales.

Mantener niveles adecuados de sombra (35-45%) y óptima fertilización en los cafetales para mejorar la productividad del cultivo.

## VIII. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

- ANACAFE (Asociación Nacional del Café).1995.** Hombres de café. Guatemala, 166p.
- Barrios, M.; Centeno, F.1994.** Eficacia de *Beauveria bassiana* en el control de broca de café *Hypotenemus hampei* ferr en la IV región de Nicaragua. In Memoria 15 Simposio sobre la caficultura Latinoamericana, Panamá, 20-24 mayo 91.Ed IICA/PROMECAFE Tegucigalpa, Honduras.261-278.
- Beer, J. 1987.** Advantages, disadvantages and desirable characteristic of shade trees for coffee, cacao and tea. Horticultural abstracts (Holanda) 45(12):791-798.
- Beer, J.W.1992.** Production and competitive effects of the shade trees *Cordia alliodora* and *Erythrina poeppigiana* in an agroforestry system with *Coffea arabica*. D. Phil Thesis.Oxford, University of Oxford.230p.
- Beer, J. 1995.** Efectos de los árboles de sombra sobre la sostenibilidad de un cafetal. Boletín PROMECAFE 68:13-18.
- Beer, J.; Muschler, R.;Kass, D.;Somarriba, E.1998.** Shade management in coffee and cacao plantation. Agroforestry systems 38:139-164.
- Benacchio, S. S. 1987.** La diversificación de la producción en áreas cafetaleras: el plan de desarrollo, sus enfoques y perspectiva. FONAIAP Divulga No.26:12-16.
- Bertrand, B.; et al.1999.** Desafío de la caficultura en Centroamérica. IICA. PROMECAFE. FRANCIA.496p.
- Bonilla, G.1999.** Tipologías cafetaleras en el pacifico de Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p1-44.
- Campbell, C. 1984.** The influence of overhead shade and fertilizers on the homoptera of mature upper-Amozon cocoa trees in chana Bolletin Entomological research 74:153-174.
- Carvajal, J. 1984 .**Cafeto, cultivo y fertilización. Berna, Suiza Instituto de la potasa. 254p.
- Escalante, E. 1985.** Promising agroforestry systems in Venezuela. agroforestry Sytems. 3:209-221.
- Escalante, E. 1997.** Café y agroforestería en Venezuela agroforestería en las Américas 4(13):21-24
- Escalante, E.; Aguilar, A.; Lugo, R.1987.** Identificación, evaluación y distribución espacial de especies utilizadas como sombra en sistema tradicionales de café (*Coffea arabica*) en dos zonas de estado Trujillo.Venezuela. Agroforestería en las Américas 4(13):21\_24.

- ICAFFE (Instituto del Café, C. R).1989.** Manual de recomendaciones para el cultivo de café. Programa cooperativo ICAFFE-MAG. San José, Costa Rica. 17-20p.
- IICA.1990.** Diagnostico de la caficultura en Nicaragua. Proyecto No. APP 72-110/11037.261p.
- INIFOM (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal).1996.** Diagnostico básico de las municipalidades. p1-47.
- Jiménez, E .1979.** Estudio ecológico del agroecosistema cafetalero .Estructura de los cafetales de una finca cafetalera en Coatepec Ver., México *Biótica* 4(1):1-12.
- Lagemann, J.; Heuvellop, J. 1983.** Characterization and evaluation of Agroforestry systems : The case of Acosta-Puriscal, Costa Rica. *Agroforestry systems* 1: 101-115.
- Linkimer, A. M. 2001.** Árboles nativos para diversificar cafetales en la zona atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 117p.
- Llanderal, O. T. 1998.** Diversidad de doseles de sombra en cafetales de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba Costa Rica, CATIE. 59p.
- Ludwig, J.A.; Reynolds, J. F. 1988.** Statistical ecology .John Wiley & Sons .New York.337p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Nicaragua) 1998.** Información y apoyo al productor. Estudio de la cadena agroindustrial del café. Dirección general de (DGIAP) Managua, Nicaragua. p1-40.
- Magurran, A. E. 1989.** Diversidad de la ecología y su medición. Edición Vedra. Barcelona 200p.
- Marten, G.; Sancholuz, L.A.1981** Estudio ecológico de la zona cafetalera de Veracruz, prueba, Hidalgo y Tamaulipas: Evaluación estadística de los muestreos. *Biotica* 6 (1): 7-32.
- Mc Intosh, R. P. 1967.** An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity ecology. No 48:392-404p.
- Meillessoux, C. 1982.** Mujeres, graneros y capitales. Edit. Siglo XXI. México, D.F.p.23.
- Mejía, E. J. 1990.** Caracterización y evaluación de diferencias en el manejo del cultivo del café (*Coffea arabica* L.) en dos municipios de Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 102p
- Méndez, J.C.; Benoit-Catti, M.1994.** Identificación de la caficultura de los pequeños productores de Guatemala. Una tipología café, cacao, thé 38(2):125-133.
- Moguel, P.; Toledo, V.M.1999.** Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. *Conservation biology* 13(1): 11-21.

- Musclher, R. 1997.** Efecto de la sombra de *Erythrina poeppigiana*, sobre café arábica vars. Caturra y Catimor en XVIII Simposio latinoamericano de caficultura, San José, Costa Rica. p157-161.
- Mussak, M. F.; Laarman, J.G.1989.** Farmer's production of timber tree in the cacao-coffee region of coastal Ecuador. *Agroforestry systems* 9; 155-170.
- Naranjo, C. 1997.** La modernización de la caficultura costarricense, San José, Costa Rica.
- OCIA (Asociación para el Mejoramiento de cultivos orgánicos) 1996.** Documento informe sobre la certificación de productos orgánicos, Managua, Nicaragua. sp.
- PANIF (Programa Ambiental Nicaragua Finlandia) 1998.** Diagnostico de la situación del café Managua. p1-25.
- Pelupessy, 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 State.65p.
- Pla, L. E. 1986.** Análisis multivariados: Método de componentes principales. Editora Eva Vchesneau. Monografía No.27.97p.
- POSAF. 1998.** Proyecto café Eco-Forestal. MARENA/BID. Documento interno.38p.
- Reeves, L.; Lillieholm, R.1993.** Reducing financial risk in Agroforestry planning: a case study in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 21:169-175.
- Rice, R. 1991.** Observaciones sobre la transición del sector cafetalero. *Agroecología Neotropical* 2:1-6.
- Rice, R. A.; Ward, J. R. 1997.** El café, la conservación ambiental y el comercio en el hemisferio occidental. Centro de aves migratorias Smithsonian Institution y NRDC, New York United State.51p.
- Riddiler, N. B. 1982.** Implication of new coffee technology in Central America. *Desarrollo rural en América Costa Rica* 14(2):63-71.
- Robleto, L. D. 2000.** El café en Nicaragua un desafío para el futuro 1ª edición. Managua, Nicaragua.155p.
- Sabori, I.; Cabrera, M.; López, C; Muiña, M. 1992.** Determinación de las plantas de sombra, coberturas vivas y malezas susceptibles a nematodos nodulares. *Revista Baracoa* 22 (1): 21-28.
- Salazar; et al.2000.** Calidad del coffeea arábica bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. *Agroforesteria en las América* 8(30):52

- Sánchez, A. 1994.** Crecimiento de *Eucalyptus deglupta* y *E. grandis* bajo tres sistemas de plantación a nivel de finca, en la zona de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R, CATIE.95p.
- Sánchez, J. C. 1991.** Caficultura moderna .Serie comunicación agrícola 3ª edición Guatemala. p17-21.
- SAS. Institute Inc.1987.** SAS/STAT guide for personal computer, 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* 10: 253-263.
- Somarriba, E. 1993.** Cacao-plátano-madera: La diversificación agroforestal como herramienta para manejar la variabilidad en precios de productos agrícolas in. Salazar, R.(ed.).Memorias de la Semana Científica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (1): 51.
- Somarriba, E.1999.** Diversidad del dosel de sombra en cafetales de Turrialba, Costa Rica. *Agroforesteria en las Américas* 6(23): 30-32.
- Somarriba, E.; Llanderal, O. T. 1998.** Análisis de la diversidad del componente arbóreo en cafetales de Centroamérica. CATIE, Turrialba, Costa Rica.29p.
- Sotomayor, I. 1993.** Manual del cultivo de café. Estación experimental tropical pichilingue. Cooperación técnica de la republica federal de Alemania (GTZ), Fundación para el Desarrollo Agropecuario (FUNDAGRO).p29-36.
- UNICAFE. 1996.** Diagnostico de la zona cafetalera del pacifico Central-Boaco. UNICAFE, Managua, Nicaragua.45p.
- UNICAFE. 1997.** Manual de caficultura de Nicaragua. Fondo de contravalor. Italia / Nicaragua. Talleres gráficos del CENACOR.242p.
- Vaast, P. 1999.** El mejoramiento de los sistemas agroforestales con café en Centroamérica. *Agroforesteria en las Américas* (6):76p.
- Villatoro, R. M. 1986.** Caracterización del sistema agroforestal café-especies arbóreas en la cuenca del rio Achíguate, Guatemala. Tesis Ing. Agr.San Carlos, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 152p.
- Walley, R.W. 1975.** The use shade in coffee, cocoa and tea. *Horticultura abstracts* (Holanda) 45 (12):791-798.
- Weaver, P.L. y Birdsey, A. 1986.** Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. *Turrialba* 36 (1): 47-58.

**Wellman, 1961.** Coffee: Botany, Cultivation and utilization. London. Leonard Hill, 86p.

**Westphal, S. 2002.** Coffee agroforestry and household livelihood strategies in the Meseta de los pueblos. Nicaragua, Thesis Ph. D. Roskilde University. 292 p.

**Wolf, E. R.; S. W. Mintz. 1975.** Hacienda y plantaciones en Mesoamérica y la Antillas. En: Hacienda, latifundios y plantaciones en América Latina. Simposio organizado por CLACSO. Siglo XXI. México. p.493.

**Yépez, P. C. 2001.** Selección de árboles para sombra en cafetales diversificados de Chiapas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 88p.

**Zúñiga, C. 2000.** Tipologías cafetaleras y desarrollo de enfermedades en los cafetales de la reserva natural Miraflores-Moropotente, Estelí, Nicaragua. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica 68 p.



# ***ANEXOS***

**Anexo 1. Formato de recolección de la información**

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**

**CATIE  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
(UNA)**

Encuesta para Análisis de la diversidad del componente arbóreo en cafetales de  
Nicaragua

**INFORMACION GENERAL**

**I. UBICACIÓN**

1. Finca N° \_\_\_\_\_
2. Fecha (DDMMAA) \_\_\_\_\_
3. Nombre del Propietario \_\_\_\_\_
4. Comunidad \_\_\_\_\_
5. Municipio \_\_\_\_\_
6. Departamento \_\_\_\_\_
7. País: Nicaragua

**II. LA FAMILIA**

**8. COMPOSICIÓN Y MANO DE OBRA FAMILIAR**

Miembro	Edad	Sexo	Ocupación	N° MTFF

N°MTFF: Numero de meses que trabaja fuera de la finca

9. Numero total de dependientes familiares \_\_\_\_\_
10. Numero de trabajadores asalariados permanentes \_\_\_\_\_

**III. LA FINCA**

11. ¿Cuántas fincas tiene? \_\_\_\_\_

**12. USO DE LA TIERRA Y VALORACIÓN DE LA IMPORTANCIA SEGÚN FINQUERO:** uso mas importante, y así sucesivamente.

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 de número 1(uno) al uso de la tierra que el productor considera mas importante, el número 2 (dos) al siguiente

Finca	Uso Tierra	Nº del lote	Área (Mz)	Distancia a la casa (minutos)	Importancia
1					
2					
3					

### 13. Problemas

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

Nº	Factor	Marcar con X
1	Viento	
2	Nubosidad	
3	Exceso de lluvia	
4	Sequía	
5	Frío	
6	Topografía	
7	Suelo	
8	Otro	

14. Meses secos (verano) \_\_\_\_\_

### 15. Hatos

Tipo de Hato (1)	Numero total de cabezas

(1) bovinos de doble propósito, bovinos lecheros, bovinos de engorde, cerdos, bestias.

16. Croquis de la finca (al reverso de esta página)

### IV. EL CAFETAL

17. Detalles sobre Cafetales (de toda la finca)

Tipo de Sombra	Función principal *	Área	Variedades	Edades

\*Sombra, producción comercial.

18. Tipo de poda \_\_\_\_\_

**V. DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE UNA PARCELA DE CAFÉ** (se seleccionará un lote de café en plena producción y de gran tamaño)

**19. DATOS DE LA PARCELA DE MUESTREO**

19.1 GPS \_\_\_\_\_ 19.3 Pendiente \_\_\_\_\_  
 19.2 Altitud \_\_\_\_\_ 19.4 Pedregosidad \_\_\_\_\_

**20. Riqueza y Abundancia de árboles de sombra (1000m<sup>2</sup>)**

Especie	Nº de árbol	DAP (cm)	Clase altura *	Abundancia	Uso

\* Clase altura: estrato bajo: 0-5 m / estrato medio: 5-10 m / estrato alto: >10 m altura

**21. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN DE CAFÉ:** contar el número de plantas de café en un rectángulo de aprox. 10m de longitud (ajustar longitud al centro del intervalo entre plantas de hilera) y con un ancho equivalente a dos hileras completas de la plantación (centros de calle). Anotar largo y ancho de la parcela. Anotar el número de cafetos en el rectángulo.

Largo (m)	
Ancho (m)	
Nº de cafetos	

**22. Sombra (medida con densiómetro óptico)**

Punto	Sombra (lecturas)			
	a	b	c	d
1				
2				
3				
4				

**23. Descripción de los doseles de sombra** (Describir la altura máxima de los doseles de sombra, estratificación vertical, estado fenológico, homogeneidad en distribución espacial, riqueza, comentarios sobre la vegetación de la regeneración, manejo de los doseles de sombra, tipo de poda, manejo de musáceas, árboles que se podan, densidad de follaje, manejo de la regeneración, altura máxima del dosel de sombra y alguna otra observación relevante).

## VI. MANEJO AGRONÓMICO Y COSTOS

### 24. CALENDARIO DE ACTIVIDADES POR RUBRO

Rubros *	Actividades	Meses

\*cultivo, ganadería, artesanado, prestación de servicio. Especifique precisamente el tipo de actividad (p.e. café, cría de puercos, venta de mano de obra, etc).

### 25. COSTOS DE MANEJO

Rubros	Actividad	Frecuencia	Insumo	Unidades	Cantidad	Precio

### 26. DESTINO DE LOS PRODUCTOS

Rubros	Tipo de producto	Cantidad	Unidades	Precio	Destino	Meses

### 27. INVENTARIO DE LOS MEDIOS DE PRODUCCIÓN DISPONIBLE

Medio	Año de compra o de construcción	Vida útil	Valor Actual

### 28. Gastos Fijos

Tipo de costo	Monto	Meses
Depreciación		
Costos Financieros		
Salario		
Herramientas		
Energía Eléctrica		
Agua		
Seguro Social		
Impuestos		
Mantenimiento de camino		
Mantenimiento de maquinaria		
Mantenimiento de edificios		

29. Gastos Mensuales corrientes para la familia: \_\_\_\_\_

### 30. PARTICIPACIÓN EN ORGANIZACIONES

Nombre de la Organización	Tipo de Organización	Tiempo de participación

### ANÁLISIS GERENCIAL

#### Análisis Histórico

#### 31. Las actividades abandonadas

Tipo de actividad	Año

Se trata de identificar los cambios realizados por el productor en sus sistemas de producción para enfrentar la caída del precio.

#### 32. Las actividades económicas nuevas

Tipo de Actividad	Año

#### 33. Cambio en el manejo del cafetal

Tipos de Cambio	Año

#### 34. Cambios en el manejo de otros rubros agropecuarios

Rubro	Tipo de cambio	Año

#### 35. Cambios en la valorización de los productos agropecuarios

Rubro	Tipos de Cambio	Año

## ESCENARIOS DE MANEJO

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

Tamaño (mz)	Composición	Ranking (1= más abundante)
1.5		
7		
14		
28		
>57		

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

Precio del café en Próximos 5 años	Composición	Ranking (1= más abundante )
Constantemente altos		
Constantemente bajos		

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

		FERTILIZACIÓN	
		Alta (12qq /mz /año)	Baja (4qq /mz /año)
S O M B R A	Densa		
	Regulada		

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

PLAGAS Y ENFERMEDADES	IMPORTANCIA
Broca	
Minador	
Cochinillas	
Escamas	
Ojo de gallo	
Antracnosis	
Matapalos	
Roya	
Otro	

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

COMPONENTE	PLAGAS Y ENFERMEDADES
Frutales	
Cítricos	
Musáceos	
Sombra	
Maderables	
Árboles de Montaña	
Otros	

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

7. ¿Cuánto sería un mal precio de café para usted?

8. ¿Cómo sería la fertilización si los precios del café durante los siguientes cinco años, fuera..?

Precio del café en los próximos 5 años	Nivel de fertilización (qq /mz /año)			
	<i>Alto (12)</i>	<i>Medio (8)</i>	<i>Bajo (4)</i>	<i>Cero</i>
Constantemente altos				
Constantemente bajos				

9. ¿Cómo sería el nivel de fertilización si hay mucha o poca sombra?

Nivel de Sombra	Nivel de fertilización (qq /mz /año)			
	Alto (12)	Medio (8)	Bajo (4)	Cero
Sombra sin regulación (mucha sombra)				
Sombra regulada (poca sombra)				
Plena exposición (al sol)				



**Anexo 2.** Usos de especies del dosel de sombra en cafetales de los municipios El Tuma –La Dalia y Rancho Grande del departamento de Matagalpa, Nicaragua.

Uso	Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
<b>Sombra</b>	Acacia	<i>Senna siamea</i>	Mampa	<i>Lippia myriocephala</i>
	Búcaro	<i>Eritrina spp</i>	Manga larga	<i>Laetia thmnia</i>
	Chilamate	<i>Ficus isophebia</i>	Mangle	<i>Langucularia racemosa</i>
	Cola de pavo	<i>Cupania dentata</i>	Naranjillo	<i>Capparis odoratissima</i>
	Come negro	<i>Desconocido</i>	Nogal	<i>Juglans olnchana</i>
	Cuernavaca	<i>Solanum baansii</i>	Ojoche	<i>Brosimun alicastrum</i>
	Helequeme	<i>Erythrina berteorana</i>	Palo de hule	<i>Ficus brazilensis</i>
	Jaboncillo	<i>Cupania cinerea</i>	Roble	<i>Tabebuia rosea</i>
	Limoncillo	<i>Amonis gricea</i>	Zopilocuabo	<i>Pisidia grandifolia</i>
	Majagua	<i>Heliocarpus apendiculatus</i>		
	<b>Frutal</b>	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Mamón
Cacao		<i>Theobroma cacao</i>	Mango	<i>Mangifera indica</i>
Cítricos		<i>Citrus spp</i>	Musáceas	<i>Musa spp</i>
Guanábana		<i>Annona muricata</i>	Zapote	<i>Pouteria zapota</i>
<b>Maderable</b>	Areno	<i>Desconocido</i>	Granadillo	<i>Platymiscium pinnatum</i>
	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
	Chaperno	<i>Lonchocarpus parviflora</i>	Plomo	<i>Zuelenia guidonia</i>
	Coyote	<i>Platimisiium pleiostachium</i>		
<b>Leña</b>	Carricillo	<i>Desconocido</i>	Guaba negra	<i>Inga puctata</i>
	Genízaro	<i>Phithelobium saman</i>	Guaba roja	<i>Inga vera</i>
	Guaba peluda	<i>Inga oestidiana</i>	Trotón	<i>Mosquitoxilum jamaicense</i>

**Anexo 3.** Densidad poblacional de las especies utilizadas en los cafetales de El Tuma-La Dalia y Rancho Grande.

Nombre común	Nombre científico	Densidad ha <sup>-1</sup>
Acasia	<i>Senna siamea</i>	0.55
Aguacate	<i>Persea americana</i>	1.38
Areno	<i>Desconocido</i>	0.27
Búcaro	<i>Erythrina spp</i>	1.94
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	0.83
Carricillo	<i>Desconocido</i>	0.27
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0.27
Chaperno	<i>Lonchocarpus parviflora</i>	1.66
Chilamate	<i>Ficus isophlebia</i>	0.55
Cítricos	<i>Citrus spp</i>	2.5
Cola de pavo	<i>Cupania dentata</i>	0.27
Come Negro	<i>Desconocido</i>	4.72
Coyote	<i>Platymisium pleiostachium</i>	11.38
Cuernavaca	<i>Solanum bansii</i>	3.61
Genízaro	<i>Phithecelobium saman</i>	0.27
Granadillo	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0.27
Guaba negra	<i>Inga puctata</i>	66.11
Guaba peluda	<i>Inga oestidiana</i>	1.38
Guaba roja	<i>Inga vera</i>	58.33
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	0.27
Helequeme	<i>Erythrina berteroana</i>	2.22
Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	0.83
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	14.16
Limoncillo	<i>Amonis gricea</i>	0.55
Majagua	<i>Heliocarpus apendiculatus</i>	0.55
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0.27
Mampa	<i>Lippia myriocephala</i>	0.27
Manga larga	<i>Laetia thamnia</i>	0.27
Mangle	<i>Laguncularia racemosa</i>	0.55
Mango	<i>Mangifera indica</i>	1.11
Musaceas	<i>Musa spp</i>	123.05
Naranjillo	<i>Capparis odoratissima</i>	0.27
Nogal	<i>Juglan olanchana</i>	2.22
Ojoche	<i>Brosimun aliscastrum</i>	0.83
Palo de Hule	<i>Ficus brasiliensi</i>	0.27
Plomo	<i>Zualenia guidonia</i>	0.55
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	0.55

Trotón	<i>Mosquitoxilum jamaincense</i>	0.27
Zapote	<i>Pouteria zapota</i>	1.11
Zopilocuabo	<i>Piscidia grandiflora</i>	0.55

**Anexo 4.** Estructura de los coeficientes canónicos estandarizados con 18 variables cuantitativas.

Variable	Can1	Can2	Can3
<i>experien</i>	0.105434986	-0.794609849	-0.116021229
<i>arecafa</i>	4.013169395	0.345543849	0.203970853
<i>numusos</i>	-0.532281974	0.571456810	-0.320569034
<i>numfinca</i>	0.789442682	-0.234362785	0.434855929
<i>denscafe</i>	-0.421527476	-0.418907754	0.090585688
<i>pendien</i>	0.277553926	0.373422531	0.172097766
<i>altitud</i>	-0.440961847	0.404756589	0.102816779
<i>sombra</i>	-0.108475164	0.541615732	0.337638004
<i>riqueza</i>	-0.149646383	0.933821399	-0.214412068
<i>abundan</i>	-0.302568051	1.814925761	-2.766199312
<i>verano</i>	0.779936454	0.445030511	-0.182589417
<i>pedreg</i>	-0.347757578	-0.467688098	0.415994260
<i>rendim</i>	-0.030576659	-0.348120789	0.648313738
<i>costoato</i>	-0.186089804	0.774585455	-1.744353955
<i>costofer</i>	0.429253624	1.329339567	-0.590784543
<i>costoher</i>	0.436468339	-0.450681632	0.122185050
<i>costomo</i>	0.002840621	-0.320056308	0.610627821
<i>denha</i>	-0.214450413	-2.472415449	3.802972284

*experien* = Años de experiencia en el cultivo de café., *arecafe* = Área cultivada en café., *numusos* = Numero de uso de la tierra., *numfinca* = Numero de finca., *denscafe* = Densidad de cafetos ha<sup>-1</sup>., *pendien* = Porcentaje de pendiente., *altitud* = altura sobre el nivel del mar (m)., *sombra* = Porcentaje de sombra., *riqueza* = Riqueza de especies arbórea ., *abundan* = Numero de especies en (1000 m<sup>2</sup>)., *verano* = Meses secos en la zona., *pedreg* = Porcentaje de piedra., *rendim* = Rendimiento del cafetal en quintales oro Mz<sup>-1</sup>., *costoato* = Costo de aplicación de insecticida y funguicidas., *costofer* = Costo de aplicación de fertilización., *costoher* = Costo de aplicación de herbicida., *costomo* = Costo de mano de obra., *denha* = Densidad de arboles ha<sup>-1</sup>.

**Anexo 5.** Estructura de los coeficientes canónicos estandarizados con 17 variables cuantitativas.

Variable	Can1	Can2	Can3
<i>sombra</i>	0.377327528	0.013200117	-0.206732135
<i>numestra</i>	0.092640885	0.029336840	0.325932287
<i>estrato1</i>	0.732288537	0.803295806	-3.716737636
<i>estrato2</i>	-0.189324034	0.734403746	-0.498230118
<i>estrato3</i>	1.676400947	1.590067148	-5.726906445
<i>altmin</i>	0.204345187	-0.386386510	0.300396683
<i>altmax</i>	-0.369555306	0.083494730	0.522836206
<i>abundan</i>	0.000000000	0.000000000	0.000000000
<i>guabas</i>	0.969888371	0.640664155	0.436886409
<i>made</i>	1.102300268	-0.865346274	3.419477975
<i>citri</i>	0.370543526	-0.148301986	-0.194388690
<i>fruta</i>	-0.090979693	-0.297695880	2.296974351
<i>musa</i>	0.483128172	-1.690865788	5.465151152
<i>montaña</i>	0.178962024	-0.110168565	0.434239819
<i>otros</i>	-0.871124812	-0.364416823	0.174580824
<i>pendien</i>	-0.029107966	-0.307315009	-0.081612287
<i>altitud</i>	0.507237538	0.433368388	0.137358659

**Sombra:** porcentaje de sombra., **numestra** = Numero de estratos presentes en la fincas., **estrato1** = Numero de árboles con altura menor de 5 metros., **estrato 2** = Numero de árboles con altura entre 5-10 metros., **estrato 3** = Numero de árboles con altura mayor a 10 metros., **altmin** = Altura mínima encontrada en la parcela ., **altmax** = Altura máxima encontrada en la parcela., **abundan** = Números de especies en (1000 m<sup>2</sup>)., **guabas** = Numero de árboles de sombra por parcela., **made** = Números de árboles maderables encontrado en cada parcela., **citri** = numero de árboles cítricos encontrado en cada parcela., **fruta** = numero de árboles encontrado en cada parcela., **musa** = Números de tallos de musáceas., **montaña** = Números de árboles montaña., **otros** = Árboles remanente de bosque y medicinales., **pendien** = Porcentaje de pendiente., **altitud** = altura sobre el nivel del mar (m).

**Anexo 6.** Valores propios de los componentes y proporciones acumuladas de las variabilidad explicada por cada uno de ellos.

Componente	Valor propio	Diferencia	Proporción	P. Acumulada
1	3.74457463	0.58856424	0.2203	0.2203
2	3.15601039	0.71232704	0.1856	0.4059
3	2.44368336	1.13660226	0.1437	0.54970
4	1.3070811	0.11627500	0.0769	0.6265
5	1.19080610	0.10862896	0.0700	0.6966
6	1.08217714	0.09845641	0.0637	0.7603
7	0.98372073	0.13071476	0.0579	0.8181
8	0.85300596	0.05296325	0.0502	0.8683