



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE  
FARENA

TRABAJO DE DIPLOMA

INCIDENCIA DE FAMILIAS DE INSECTO ASOCIADOS A CUATRO  
ESPECIES DE ÁRBOLES DE SOMBRA EN UN SISTEMA AGROFORESTAL  
DE CAFÉ BAJO DIFERENTES FORMAS DE MANEJO

AUTORES:

MARÍA GERTRUDIS RAMÍREZ MARTÍNEZ  
ERICK GERARDO ALMENDAREZ MARADIAGA

TUTOR:

ING. ALBERTO SEDILES JAEN  
ING. JULIO MONTERREY

MANAGUA-NICARAGUA  
OCTUBRE 2007

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pagina
Dedicatoria	i
Agradecimiento	iii
Lista de Cuadros	iv
Lista de Figuras	v
Lista de Anexos	vii
Resumen	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivos Generales	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
3.1 Hipótesis Primaria	4
3.2 Hipótesis Secundaria	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Características principales de los sistemas agroforestales	5
4.2 Sistemas agroforestal: Café con sombra	7
4.3 El papel de la sombra en los cafetales	8
4.4 Funciones y Beneficios de la sombra de los árboles	10
4.5 Tipos de sombras utilizadas en el cultivo de café	11
4.5.1 Sombra Provisional	11
4.5.2 Sombra Temporal	11
4.5.3 Sombra Permanente	11
4.6 Sombra de Árboles Maderables	12
4.7 Regulación de la sombra en cafetales	13
4.8 Época para el arreglo de la sombra en los cafetales	13
4.9 Especies de árboles recomendadas para sombra en cafetales	14
4.9.1 Simarouba glauca (Acetuno)	16

4.9.2	Enterolobium cyclocarpum (Guanacaste)	17
4.9.3	Inga Vera (Guaba)	17
4.9.4	Tabebuia rosea (Roble)	18
4.10	Plagas y enfermedades más comunes presentes en árboles utilizados como sombra del café	19
4.11	Importancia de la Biodiversidad en Sistemas Agroforestales (Café con sombra)	22
4.12	Índices de Biodiversidad	24
4.12.1	Análisis de varianza por rangos Kruskal-Wallis (1952)	26
4.12.2	Prueba de U de Mann-Whitney	27
4.12.3	Prueba de Tansley & Chipp (1926)	29
4.12.4	Coeficiente de Similitud de Bray Curtis	30
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.	33
5.1	Ubicación del ensayo	33
5.2	Establecimiento del ensayo	34
5.3	Descripción del ensayo	34
5.4	Metodología del muestreo	35
5.4.1	Muestreo Manual	35
5.4.2	Descripción y Ubicación de las trampas de suelo	36
5.5	Descripción de los sistemas	37
5.6	Manejo de la sombra	39
5.7	Análisis de datos	39
5.8	Abundancia de las especies	40
5.9	Análisis de las comunidades (Matemática Ecológica)	40
VI.	RESULTADOS.	41
6.1	Riqueza y abundancia de insectos encontrados en el muestreo manual	41
6.1.1	Riqueza de familias	41
6.1.2	Riqueza de familias entre los sistemas	42
6.1.3	Influencia de los niveles de insumo sobre las riqueza de familia en las diferentes combinaciones de árboles	45
6.1.4	Riqueza entre las localidades	46
6.1.5	Abundancia de insectos encontrados en el muestreo manual	47

6.1.6 Influencia de los niveles de insumo en la abundancia de insectos dentro de las combinaciones de árboles	49
6.1.7 Familias más abundantes	49
6.2 Riqueza y abundancia de insectos encontrados en la trampa de suelo	52
6.2.1 Riqueza de familia	52
6.2.2 Riqueza de familias entre los sistema	53
6.2.3 Influencia de los niveles de insumo sobre las riqueza de la familias en las diferentes combinaciones de árboles	54
6.2.4 Abundancia de insectos encontrados en el habitad de suelo	54
6.2.5 Influencia de los niveles de insumo sobre la abundancia de insectos dentro de las combinaciones de árboles	55
6.2.6 Familias más abundantes	55
6.3 Familias poco frecuentes	57
6.4 Variación de abundancia entre las seis fechas de muestreo	58
6.5 Análisis de clasificación entre los sistemas	59
6.6 Comparación entre habitad árbol y habitad suelo	61
VII. DISCUSIÓN	66
VIII. CONCLUSIONES	72
IX. RECOMENDACIONES	74
X. BIBLIOGRAFÍAS	75
XI. ANEXOS	83

## DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por permitirme creer en El y porque nunca nos abandonó en este largo camino para culminar satisfactoriamente esta meta propuesta.

A mis Padres Gustavo Alberto Ramírez B. y Mireya del Socorro Martínez C, por haberme brindado la oportunidad de estudiar y apoyarme en todos las facetas que he vivido hasta el día de hoy.

A mis Hermanos, con quienes hemos pasado muy buenos momentos a lo largo de nuestras vidas y han sido ejemplos para forjarme como una persona de bien.

A mi Esposo, Amigo y Confidente Erick G. Almendares Maradiaga. Por su apoyo en todo este tiempo para lograr nuestra meta y seguiremos trabajando en conjunto para lograr nuestras siguientes metas.

A mi querida Tía Lourdes Martínez por su apoyo incondicional en todos los momentos, por todos sus consejos y cariño que me ha regalado.

Al Ing. Alberto Sediles Jaens que fue la persona que no nos abandono en la búsqueda de coronar nuestra carrera, por todo el apoyo brindado.

A todos los profesores de la Facultad de FARENA, que fueron ejemplo de superación, por su paciencia y dedicación para que lográramos culminar nuestros estudios universitarios.

**MARÍA GERTRUDIS RAMÍREZ MARTÍNEZ**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS nuestro creador por bendecirme y haber permitido culminar mi carrera.

A mi Madre Gloria Isidora Maradiaga Romero por todo el esfuerzo y sacrificio que realizo durante muchos años para sacar adelante a sus hijos y darnos la oportunidad de enfrentar los retos que la vida nos da.

A mis Hermanos, hermanas, sobrinos y sobrinas por todo su cariño y confianza que me han brindado.

A mi Esposa María Gertrudis Ramírez Martínez por su apoyo, cariño, paciencia y comprensión que me brinda día a día.

A mi gran Amigo Gilber Govany Oviedo Arauz por la amistad incondicional, comprensión y apoyo que me brindo durante mis años de carrera.

A todos los Profesores por el gran esfuerzo que realizan a diario en las aulas de clases.

A todos los Hombres y Mujeres de bien que luchan por forjarse un futuro mejor mediante el estudio y el trabajo.

**ERICK GERARDO ALMENDAREZ MARADIAGA**

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todas aquellas persona que por su valioso apoyo fue posible la culminación de nuestro trabajo de tesis el cual es el último requisito para optar el título de Ingeniero Forestal les brindamos nuestro sincero agradecimiento a las siguientes personas:

Nuestro tutor Msc. Alberto Sediles Jaén y asesor Ing. Julio Monterrey por haber gestionado y aprobado nuestro tema así como el apoyo durante la elaboración de este.

A la Universidad Nacional Agraria por habernos permitido hacer uso del museo entomológico y equipos de laboratorio durante la identificación de insecto.

Sr. Alex Cerrato responsable del museo entomológico de la Universidad Nacional Agraria por su contribución en la identificación de insectos.

Al profesor Ing. Arnulfo Monzón por su valiosa colaboración en el aporte de ideas y sugerencia durante la elaboración de nuestro trabajo.

Al Lic. Iván Ramírez Barrera por el apoyo que nos brindo en lo referido al análisis estadístico y sugerencia en la etapa final del trabajo.

Proyecto CATIE/INTA- MIP (NORAD) NICARAGUA por su gestiones, financiamiento y disponibilidad de llevar a cabo dicho estudio.

**MARÍA G. RAMÍREZ MARTÍNEZ**

**ERICK G. ALMENDAREZ M.**

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pagina
1. Sistemas resultante de la combinación de sombra y niveles de insumo evaluados en el estudio Masatepe= Masaya 2004	37
2. Lista de órdenes y número de familias encontrados en el estrato arbóreo.	41
3. Prueba de Kruskall Wallis para determinar la riqueza de familias.	44
4. Prueba de Duun.	45
5. Prueba de Kruskall Wallis para determinar riqueza entre las localidades.	47
6. Prueba de Kruskall Wallis para determinar la abundancia entre localidades.	49
7. Distribución de familias por categorías para el hábitat árbol propuestas por Tansley & Chipp.	50
8. Lista de órdenes y familias encontradas en el estrato suelo.	52
9. Distribución de familias por categorías para el hábitat suelo propuesto por Tansley & Chipp.	55
10. Lista de familias para el hábitat árbol especies únicas.	61
11. Lista de familias para el hábitat suelo especies únicas.	63
12. Lista de familias en común entre los diferentes hábitat estudiados.	64



## LISTA DE FIGURAS

Figura	Pagina
1 Ubicación de Centros Experimentales donde se realizo el estudio.	33
2. Riqueza de familias encontradas en cada uno de los sistemas estudiados en el muestreo manual.	42
3. Valores promedios de las riquezas de familias entre los sistemas considerados.	43
4. Promedio de la riqueza de familias entre las localidades estudiadas.	46
5. Valores acumulados de individuos para cada sistema estudiado del hábitat árbol.	47
6. Promedio de abundancia de individuos entre las localidades estudiadas.	48
7. Distribución de abundancia de las familias encontradas.	51
8. Porcentajes de abundancia de las familias encontradas en los sistemas estudiados.	51
9. Riqueza de familias encontradas en cada uno de los sistemas estudiados para el hábitat suelo.	53
10. Valores acumulados de individuos para cada sistema estudiado del hábitat suelo.	54
11. Distribución de abundancia de las familias encontradas en el hábitat suelo.	56
12. Distribución de las familias en los sistemas estudiados en porcentaje.	57

13. Comportamiento de la abundancia de individuos en las seis fechas muestreadas por hábitat.	58
14. Dendrograma de similitud entre los sistemas estudiados para el hábitat árbol según el índice de Bray Curtis.	59
15. Dendrograma de similitud entre los sistemas estudiados para el hábitat suelo según el índice de Bray Curtis.	60

## LISTA DE ANEXOS

Anexos	Pagina
1. Codificación de árboles seleccionados muestreo manual.	84
2. Lista de las familias y sus respectivos ordenes encontrados en el estudio.	85
3. Familias encontradas y sus correspondientes valores y categorías de abundancia según Tansley & Chipp.	88
4. Distribución de las familias en los sistemas estudiados hábitat árbol.	91
5. Familias encontradas y sus correspondientes valores y categorías de abundancia para el hábitat suelo según Tansley & Chipp.	93
6. Familias poco frecuentes en el estudio y el sistema en el que fueron encontradas.	94
7. Lista de las familias y sus respectivos ordenes encontrados en el hábitat suelo.	98

**Ramírez Martínez, M., Maradiaga Almendarez, E. 2007. Incidencia de familias de insectos asociados a cuatro especies de árboles de sombra en un sistema agroforestal de café bajo diferentes formas de manejo, Masatepe, Masaya.**

### **RESUMEN**

El estudio se realizó en los Centros Experimentales de Jardín Botánico y Campos Azules de la Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE) y el Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuaria (INTA) respectivamente, en el Municipio de Masatepe con el objetivo de determinar la riqueza, similitud y abundancia de insectos asociados a cuatro especies de árboles de sombra en un sistema agroforestal de café, bajo diferentes formas de manejo. Las parcelas estuvieron sometidas a distintas combinaciones de árboles (inga vera, enterolobium cyclocarpum, tabebuia rosea y simarouba glauca) y distintos niveles de insumos (bajo orgánico, bajo convencional, medio orgánico, medio convencional). La toma de datos se realizó en la estación seca comprendida entre enero y junio. El método de captura de insecto se realizó a través de muestreo manual para los insectos ubicado en el follaje de los árboles y ubicación de trampas de suelo para los insectos del suelo. El muestreo se realizó con una frecuencia de 21 días en las horas tempranas de la mañana en los 6 meses de campo que duró el estudio. Las Familias de insectos comúnmente encontradas fueron: Curculionidae (con más del 80%), Coccinellidae y Formicidae (60-80%) Y Crysomelidae y Miridae (40-60%). Según los resultados obtenidos no se encontraron diferencias significativas de los valores de abundancia entre los sistemas estudiados en el hábitat suelo, y tampoco se encontró diferencia en cuanto a la riqueza de familias entre ambos métodos, pero sí hubo diferencia significativa en cuanto a la abundancia de dichos métodos siendo las trampas de suelo la que agrupan la mayor cantidad de insectos.

## SUMMARY

**Ramirez Martinez, M.; Almendarez, Maradiaga, E. 2007. Incidence of families' insects associated to four shade trees in a coffee agro forestry systems with different management.**

The variables evaluated in each experimental site were richness (number of families), abundance (number of individual per family), similarity index between localities (experimental centers) and the sampling methods applied were manual counting and soil traps. A total of 67 families and 720 individual were registered using the manual counting. The statistical test determine significant differences among treatments ( $H=22.37$ ,  $p>0.01$ ). The system SI/MO (*Simarouba glauca*-*Inga* spp/medium organic) reports a higher richness and abundance with 27 families and 110 individuals, respectively. At the same time, both families, Coccinellidae (87 individuals) and Formicidae (75 individuals) were registered in all systems.

Respect to abundance collected by manual counting, significant difference among localities were found ( $H= 7$ ,  $p>0.02$ ), reporting Campos Azules center the higher values. A total of 29 families and 720 individuals were identified using soil traps. The most abundant systems were EI/BO (*Enterolobium ciclocarpum*, *Inga* spp/low organic) with 82 individuals. Abundance values were not statistical different amount systems ( $H=17.02$ ,  $P>0.1$ ). Similarity index was different in all treatments. Mean values of close to 50% were reported in the EI/AC, EI/MO, SI/MC, EI/BO, EI/MC, ST/BO Y SI/MO coffee agro forestry systems. Richness was similar between habitas evaluated. Significant differences were reported for the abundance of insects ( $T= 4.84$ ,  $p<0.0001$ ). The largest populations of insects were collected using the manual counting method.

## I. INTRODUCCIÓN

Los agricultores practican desde siglos, la combinación de los árboles con otros cultivos y con la crianza de animales. A estas técnicas se les da el nombre general de Sistemas Agroforestales.

Un Sistema Agroforestal es un método de aprovechamiento de la tierra que combina la utilización de los árboles (para sus productos y servicios) con los cultivos agrícolas y animales. Es un nombre muy general, bajo el cual se incluyen un sinnúmero de sistemas diferentes, desde el más sencillo (por ejemplo, un campo agrícola con algunos árboles intercalados) hasta el más complicado (por ejemplo el huerto mixto con cientos de especies diferentes de árboles y cultivos anuales) (Geilfus, 1989).

El Café es el cultivo más importante para los pequeños y medianos agricultores en América central, región en la cual casi todos los caficultores utilizan sombra, es decir tecnologías agroforestales (Beer J, 1997). La sombra es uno de los principales elementos a tomar en cuenta en la planificación y ejecución antes de sembrar plantas de café (Agros, 1995).

Los sistemas agroforestales bien manejados son parte de la solución a la crisis actual de la rentabilidad del café (*coffea spp.*), pues además de modificar positivamente el microclima del cultivo y enriquecer el suelo en materia orgánica y nutrimento (Beer et al ,1998). Pueden reducir los costos de producción y el uso de insumo agroquímicos y proveer ingresos adicionales a la finca (Beer 1995; Somarriba ,1999). Basados en (Angrad J; 2002).

El concepto central de la agroforestería gira en integrar plantas leñosas, principalmente árboles y arbustos, en sistemas agrícolas incluyendo ganadería. Las plantas leñosas se distinguen de otras plantas por contener lignina, compuesto que impregna y une sus células y las fibras dándoles las características de la madera.

Los árboles de uso múltiple, frecuentemente utilizados en la agroforestería, pueden contribuir significativamente a diferentes funciones productivas y de servicios ecológicos o de protección; Sin embargo, a pesar de sus funciones positivas, los árboles en los sistemas agroforestales también pueden tener efectos negativos sobre los cultivos y el ambiente. Por ejemplo pueden causar sombra excesiva, competir con los cultivos por radiación, nutrientes o agua, hospedar plagas y en algunos casos tener efectos alelopáticos (Jiménez F; et al 2001), por tanto es importante documentar las interacciones biológicas y ecológicas que se dan en los ambientes que incluyen el uso de árboles como parte de la estrategia de manejo, particularmente, en nuestro caso de estudio en lo referido a la incidencia de insectos en los árboles de sombra.

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la incidencia de familias de insectos asociados a cuatro especies de árboles de sombra en un sistema agroforestal de café bajo diversas formas de manejo.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la riqueza de familias de insectos asociados a árboles de sombra en un sistema agroforestal de café bajo diversas formas de manejo
- Determinar la similitud de familias de insectos asociados a árboles de sombra en un sistema agroforestal de café bajo diversas formas de manejo
- Determinar la abundancia de familias de insectos asociados a árboles de sombra en un sistema agroforestal de café bajo diversas formas de manejo



### **III. HIPÓTESIS**

3.1 No existen diferencia en cuanto a la riqueza, similitud y abundancia de familias insectos en las plantas de sombra de un sistema agroforestal de café sometido a diferentes formas de manejo

3.2 Existen diferencias en cuanto a la riqueza, similitud y abundancia de familias de insectos en las plantas de sombra de un sistema agroforestal de café sometido a diferentes formas de manejo.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Características principales de los sistemas agroforestales

La agroforestería es una práctica muy antigua, que se ha llevado a cabo en diferentes condiciones y en diversos lugares por más de un siglo. Tiene su fundamento en diferentes disciplinas estrechamente vinculadas entre si, las cuales en un conjunto constituyen un enfoque sistemático del uso de la tierra. (OTS-CATIE, 1986)

En Nicaragua al igual que en América Central los sistemas agroforestales han existido desde los tiempos precolombinos , estos surgen de la combinación del uso de los recursos naturales , la práctica de la agricultura y el manejo de animales menores, tales como; aves y pequeños mamíferos. Gran parte de estos sistemas de equilibrio natural han dejado de existir, modificando y reflejando otras formas de vida

Los sistemas agroforestales funcionan por medio de múltiples interacciones entre árboles, cultivos y el ambiente. Las metodologías de manejo integrado de plagas (MIP) nos pueden proporcionar modelos para ordenar y evaluar estas interacciones basados en conceptos ecológicos, que permitan una mejor toma de decisiones sobre el diseño y manejo de estos sistemas. Su viabilidad también depende de las condiciones sociales y económicas de los productores; por tanto, es difícil hacer recomendaciones específicas aplicables a la amplia gama de escenarios. Se deben crear herramientas para que los productores puedan realizar diagnósticos y proporcionen soluciones apropiadas para sus sistemas agroforestales particulares. (Haggar J, 2001)

Se debe aclarar que en Nicaragua hasta ahora los sistema agroforestales han sido tradicionales tanto en cultivos anuales, como con cultivos perennes (café con

sombra) y las especies utilizadas son asociadas se puede decir de manera espontánea.

El cultivo del café (*coffea arabica*) y del cacao (*teobroma cacao*) con árboles de sombra es tradicional en América Latina. El Café es un cultivo que se ha venido utilizando, técnicas tradicionales y técnicas modernas. Con técnicas modernas se utilizan variedades mejoradas, como caturra de alto rendimiento implementada con una sola especie arbórea de sombra. Las técnicas tradicionales utilizan variedades de café más viejas y mezcla diversa de árboles maderables y frutales (Pérez et al, 2003).

El café (*coffea arabica*) se cultiva en un rango muy amplio de condiciones agro ecológicas y bajo una alta diversidad en su manejo (Maestri y Barros, 1977 Suárez de Castro, 1961). El Impacto de los precios bajos del café, suscitados de manera periódica en el mercado internacional y el aumento creciente en los costos de producción está favoreciendo el uso de especies arbóreas que además de ofrecer el servicio de sombra para el cultivo también aporten productos comerciales (Fournier 1998, Gallowey y Beer 1997) citado por Aguilar A, et al 2000.

El cuidado de los árboles dentro de los cafetales se ha realizado desde tiempos coloniales para proveer sombra al cultivo y obtener otros productos de uso familiar. En el establecimiento de cultivos perennes como el café (*coffea arabica*) en plantaciones a gran escala, se tiene mucho conocimiento y se dedican muchos recursos en la producción de la plántula y manejo de viveros, con el objetivo de obtener plantas de excelente calidad, tanto en los aspecto genéticos (calidad, semilla, numero de procedencia, tamaño de plántulas, sanidad y vigor) así como el manejo de la plantas tanto en viveros (materiales utilizados, embalajes, sustratos) como cuidados al momento del establecimiento de los árboles en el campo (Navarro C, et al 19?).

Dentro del sistema agroforestal existen cultivos umbrófilos que necesitan sombra, como el cacao y el café (*coffea arabica*), En función de estos se tiene la utilización específica de árboles de sombra. (Pérez E et al 2005). Debemos resaltar que en Nicaragua aproximadamente el 80% de café se encuentra bajo sombra. Esta tecnología del cultivo del café ha constituido uno de los sistemas más exitosos del mundo en las tecnologías agroforestales. Actualmente se sigue promoviendo la combinación de manejo tradicional de sombra con tecnologías moderna y reducción de los niveles de aplicación de agroquímicos, para lograr sistemas sostenibles y competitivos con tecnologías limpias y café de calidad

Varios estudios han demostrado el papel importante del café con sombra versus el café a pleno sol, como conservadores de la flora y fauna, microorganismo, agua y suelo y particularmente fijadores de carbono. Desde un punto de vista permanente aútrópico, el café bajo sombra representa por lo tanto una ventaja económica ecológica pues conserva paisajes tradicionales y genera un potencial importante de ecoturismo (Vivas A; et al 2004).

#### **4.2 Sistema agroforestal: Café con sombra**

Las plantaciones de café (*coffea spp.*) constituyen unas de la formas del uso de la tierra mas importante del trópico húmedo debido al impacto que tienen en la economía de muchos países y a sus efectos tanto positivos como negativos en al ambiente. América Latina es el mayor productor de café (con mas del 60% de la producción mundial) y en América central el café es uno de lo principales productos de exportación, a pesar que se pueden obtener producciones superiores con *coffea arábica* sin sombra y con manejo intensivo, la mayoría de las plantaciones de América latina están combinadas con árboles para obtener sombra. Se sabe que la densidad de sombra puede tener efecto en el rendimiento de *coffea arábica*. Existen muchos tipos de sombra que se utilizan, según el tamaño de la finca, el cultivo de otros productos, las referencias de los

productores, el nivel tecnológico que requieren y la capacidad económica de cada caficultor (Hernández O, 1997).

Finalmente se necesita identificar métodos de observación y criterios de decisión para caficultores. De esta forma los productores podrían eliminar o agregar árboles de sus cafetales en un proceso de ajuste y aproximaciones, según el comportamiento de cada cafetal. Así podrán desarrollar socios diversificados que permitan suprimir plagas y proveer ingresos económicos que den mayor solidez al sector cafetalero centroamericano frente a las fluctuaciones inevitables de precios de café y clima. (Guharay F, et al 2001)

#### **4.3 El papel de la sombra en los cafetales**

Los árboles de bosques aportan una gran cantidad de material vegetal principalmente hojas, que se riegan por el terreno. Allí las gotas de las lluvias no golpean sobre el suelo sino por la hojarasca, con la cual las partículas del suelo no se aflojan ni se desprenden. Esa capa de material vegetal absorbe una gran cantidad de agua evitando que corra sobre el suelo en forma de escorrentía.

La infiltración o movimiento de agua a través del suelo es más rápida en los bosques pues la gran cantidad de raíces que mueren permanentemente dejan muchos espacios en el suelo por donde penetra el agua , además las gotas de agua al chocar contra el follaje y la hojarasca se dividen en gotas mas pequeñas que penetran mas fácilmente los poros del suelo; pues así un cafetal con buen sombrío se parece a un bosque y de igual forma conserva y defiende el suelo, por tal razón el sombrío es la mejor practica para la conservación de los suelos en lo cafetales con terrenos de pendientes fuertes.

Por la misma razón en nuestra zona cafetalera donde se siembra el cafeto bajo sombra la erosión no ha sido tan fuerte como en otras zonas del país. La conservación y mejoramiento del sombrío sigue siendo en consecuencia de gran

importancia y esencial para los terrenos escarpados donde los daños de la erosión son mayores (AGROINRA, 1980).

Los factores como la lluvia, la humedad y el viento crean las condiciones macro ambientales de las zonas cafetaleras, sin embargo las condiciones micro ambientales dentro de los cafetales dependen mucho del arreglo de la siembra, de la estructura de las plantas y de la presencia de árboles asociados al cultivo del café. Los árboles dan sombra proveen de materia orgánica y nutrientes, conservan el suelo, facilitan la penetración del agua y albergan una gran diversidad de organismos; son fuentes de alimentos de leña y madera para las familias rurales. Por estas razones se cultiva el café bajo sombra en gran parte del país, la presencia de estos árboles reduce la entrada de luz, la temperatura y aumenta la humedad en el ambiente. Estos cambios tienen influencia sobre las plantas del café y las plagas; por ejemplo los cafetales bajo sombra mantienen sus hojas durante el verano y comienza el proceso de revestimiento aun antes de las lluvias. Durante la segunda mitad del verano las nuevas hojas de las plantaciones a pleno sol quedan sujetas al ataque del minador que normalmente es controlado por la llegada de las lluvias, gran parte de la incidencia e impacto de las plagas en el cultivo del café esta relacionada con el manejo de los árboles asociados con el café (Guharay et al; 2000).

Las ventajas de los sistemas agroforestales son varias. Solo dirigiéndonos a las ventajas de sombra encontramos beneficios de varias procedencias. En términos de sombra las leguminosas, como la especie *Inga vera* (Guabilla) vemos que la capacidad de fijar nitrógeno del árbol por medio de las micorrizas reduce la demanda total para abono o fertilizante del cafetal. No es que estos árboles leguminosos abastezcan a los árboles de nitrógeno fijado, sino que evitan la competencia de nitrógeno entre los árboles de sombra (que son leguminoso) y los cafetos (Pérez M, et al 2003).

#### 4.4 Funciones y beneficios de la sombra de los árboles

- Regula las condiciones ambientales, lo que hace posible la producción sostenible
- Contribuye a enriquecer la biodiversidad del agro ecosistema generando como resultado el equilibrio biológico natural.
- Conserva la humedad del suelo mediante la formación constante de una cobertura natural de hojarasca(mulch)
- Disminuye el efecto de la irradiación solar sobre el suelo, lo cual beneficia la actividad biológica del mismo
- Disminuye la evaporación del agua , y transpiración del cafeto, mejorando sus reservas durante el verano
- Dificulta el desarrollo de las malezas
- Minimiza la pérdida del suelo a causa de la erosión atenuando el golpe del agua de lluvia con su follaje y materia orgánica.
- Es fuente de energía alterna aprovechable mediante la obtención de leña y madera como producto de su manejo.
- Protege a los cafetales de la acción directa de los vientos al reducir la velocidad.
- Al regular el cambio brusco de temperatura reduce daño de temperaturas bajas.
- Conserva y mejora la fertilidad de los suelos mediante la materia orgánica que genera.
- Los árboles de sombra a través de las raíces extrae nutrientes que han sido trasladados a las capas profundas del suelo y lo retornan hacia la capa superficial haciéndolo disponible para los cafetos.
- Contribuye a mejorar la calidad de la taza de café gracias a la maduración lenta del grano.

(ANACAFE, 1999).

## **4.5 Tipos de sombra utilizadas en el cultivo de café**

### **4.5.1 Sombra provisional**

Este tipo de sombra incluye plantas de rápido crecimiento que se utilizan para proteger los cafetos de la irradiación solar, durante los primeros años del cafetal. Generalmente se emplean cuando se establecen plantaciones de terrenos limpios. Este tipo de sombra debe establecerse sobre calles, con espaciamiento de un metro entre posturas sembrando de 8-10 mts por posturas.

### **4.5.2 Sombra temporal**

Se emplean especies de plantas de rápido crecimiento y de mayor duración que la provisional para que provean de sombra al cafetal los primeros 3-5 años mientras desarrolla la sombra permanente. Entre las especies mas utilizadas esta el banano (*musa sapientum*) las cuales se recomiendan establecerse en rango de 4x4 a 6x4 mts de distanciamiento y el higuerrillo (ricinos comunes) con distanciamiento de 4x4 mts sobre calles.

### **4.5.3 Sombra permanente**

Se usan planta que por su hábito de crecimiento y longevidad conviven con los cafetos, proporcionándoles sombra en la vida productiva del café, entre las especies más utilizadas están las leguminosas y muchas especies más de árboles maderables y/o frutales. Los árboles de siembra permanente se siembran sobre los surcos de café a distancia de 8x8 hasta 12x12 mts dependiendo de las condiciones climáticas (ANACAFE, 1999).



#### 4.6 Sombra de árboles maderables

Extensionistas y agricultores se preocupan porque la corta y extracción de árboles maderables utilizados como sombra daña considerablemente al cafetal.

Los investigadores agroforestales han sugerido que esto no debe ser motivo de preocupación, porque se puede seleccionar una especie maderable cuyo ciclo de corta sea igual al ciclo de renovación del cafetal. De esta forma cuando se van a cortar los árboles, ya existe la necesidad (porque está muy viejo o produce poco) o la conveniencia (porque existen mejores y nuevas variedades) de renovar el cafetal (Somarriba, 1997).

El uso de árboles maderables para dar sombra en el cafetal es una alternativa que está aportando importancia en los últimos años, entre las especies utilizadas encontramos: laurel (*Cordia alliodora*), eucalipto (*Eucalyptus deglupta*), cedro caoba (*Juglaus sobaucheana*), amarillon (*Terminalia sp.*). Esta práctica complementa muy bien el concepto de la sostenibilidad de la caficultura, este tipo de sombra se puede establecer a 12 a 15 mts entre árboles alternando con árboles de poro, los cuales serán eliminados cuando los árboles maderables alcancen gran desarrollo.

Además de las ventajas ecológicas que proporciona este sistema permite acumular una ganancia considerable cuando se explota como madera; también se recomienda la siembra de árboles maderables a ambos lados de los callejones a 10 mts entre ellos, así como en los linderos o separación de cuadros, a 5 mts de distancia entre árboles, con lo cual se obtendrán beneficios como tapa vientos, paisajistas y otras sin afectar a la producción del café (ICAFE, 1998).

Existen evidencias que muestran que los sistemas de producción agrícolas donde se da la presencia de árboles maderables asociados, presentan mayores beneficios económicos que donde el mismo cultivo es asociado con árboles (Von Platen, 1993; citado por Montenegro J et al, 1997).

#### **4.7 Regulación de la sombra en cafetales**

La regulación es una labor que consiste en quitar el exceso de sombra y colocar donde no existe, dejando la cantidad necesaria para cada lugar. A continuación se nombran algunas recomendaciones para regular la sombra:

1. Reducir predominantemente la sombra temporal, para darle oportunidad a la sombra permanente de distribuirse mejor, así como a la planta de café.
2. podar metódicamente del árbol de sombras chuponas y ramas bajas para evitar trabazones entre el árbol de sombra y café. esto permite que el árbol crezca permanentemente y forme una copa alta y cubierta.
3. podar la sombra dos veces al año cuando es excesiva.
4. realizar la poda cuidadosamente que permita la cantidad de luz necesaria, pero en relación al aporte de nutrientes del productor y el suelo.
5. algunas plantas se eliminan usando productos químicos, se quita la corteza en forma de faja alrededor del tronco y se pinta con el producto.  
(AGROS, 1999).

#### **4.8 Épocas para el arreglo de la sombra en los cafetales**

En la primera se dejan pocas ramas ligeras. Con un diámetro de 5 cm. o menos, con el objetivo de que entre suficiente luz y calor, lo que estimula las yemas vegetativas de los cafetos para una mejor respuesta al podar. El primer arreglo de sombra generalmente se hace al finalizar la cosecha. (ICAFE, 1998).

En segundo arreglo se cortan los hijos y ramas livianas que se formaron después del primer arreglo, se realiza en agosto al terminar la canícula, excepto en lugares de clima de influencia atlántica, con el objetivo de acelerar el endurecimiento del grano y uniformar la maduración del fruto. En septiembre y octubre la precipitación

aumenta, por lo que la entrada de luz y aire contribuye a bajar la humedad relativa y por tanto las condiciones favorables al ataque de enfermedades. (ICAFE, 1998).

En lugares con condiciones optimas de clima, zonas altas con intensidad de luz y temperatura moderadas, periodos secos de tres o cuatro meses, con suelo de fertilidad y topografía plana se puede prescindir de la sombra y mantener el cultivo a plena exposición solar (ICAFE, 1998).

Para Nicaragua se recomienda realizar podas antes de la primera floración y después del reinicio de las lluvias en septiembre. Con podas más frecuentes es posible mantener más árboles en el plantío y tener mayores cantidades de ramas podadas que sirven para cubrir el suelo. (Staver; 1995 citado por Suárez D, et al 1998).

#### **4.9 Especies de árboles recomendadas para sombra en cafetales.**

La sombra del cafetal debe establecerse con relación a la especie cultivada y el local. La intensidad de la luz repercute notablemente en la fisiología de la planta, particularmente en la especie arábica. Muchas observaciones han señalado que una sombra racionalmente dosificada no produce exceso de humedad que pueda aumentar la infección y más bien pueden dar a la planta una mayor resistencia (INTA, 1977).

Para planificar el ciclo anual de manejo de la sombra sin o con podas, se deben tomar dos opciones, cuando el costo de la poda es alto, se pueden utilizar especies de copas pequeñas y abiertas con auto podas, como *Eucalyptus deglupta*, *Grevillea robusta* y *Cordia alliodora*.

Raleos oportunos pueden tener niveles de sombra apropiados en el rango mínimo permitido para cada zona .el grado de sombra podrá fluctuar durante el año, dependiendo de la tecnología de la especie utilizada, debido a estas fluctuaciones

ciertos periodos presentan condiciones sub.-optimas para disminuir plagas y se necesitan controles directos de alguna plagas.

El asocio de varia especies de sombras reducirá las fluctuaciones entre sombra insuficiente y excesiva durante el año. Con un ciclo anual de podas se busca el acomodo de condiciones contradictorias para diferentes plagas, sus controladores naturales y el cafeto. Se deben utilizar especies que soporten las podas, como *Eritrina*, *Gliricidia sepium* y algunas *Ingas*.

El ciclo de poda para un cafetal para una época seca prolongada ilustra este enfoque. Asocio de varias especies con diferentes fenologías foliares podrían evitar cambios bruscos en la cantidad de sombra, debido a la caída de las hojas de una de las especies. Especies caducifolias no deberían ser la sombra principal en este tipo de zona (épocas secas de 4-6 meses.) (Guharay F et al, 2000).

Mediante la adición de la materia orgánica al suelo , se mantiene la fertilidad y se reduce el impacto de la erosión , especialmente en sitios inclinado .otros servicios de la sombra son: evitar la deshidratación y el agotamiento acelerado de la planta , controlar la temperatura del suelo y permitirle a la planta un mayor aprovechamiento de los nutrientes, impedir el crecimiento de malas hierbas y evitar la perdida de nitrógeno en el suelo( debido a una temperatura mas baja del suelo, lo cual resulta una descomposición orgánica mas lenta). Destaca también la conservación de la humedad del suelo durante el verano. Como el cafetal sombreado promueve mayor diversidad el sistema puede ser considerado como un corredor biológico. El árbol seleccionado para proveer de sombra permanente debe tener las siguientes características:

- 1) rápido crecimiento
- 2) sistema radicular profundo
- 3) resistente al viento
- 4) que conserva las hojas durante todo el año

- 5) aportar nutrientes
- 6) buen porte y forma(copa como sombrilla)
- 7) buen rebrote
- 8) fácil manejo(de podas y establecimiento)
- 9) madera utilizable.

(ANACAFE, 1995).

Algunas especies de sombra que poseen las características de fijar nitrógeno al suelo, forma de copa adecuada, tipo de hoja y tiempo de permanencia de la hoja en el suelo son utilizadas dentro del agro ecosistema café, las especies más utilizadas para la sombra permanente del café y cacao pertenecen a los géneros: Acacia, Albizia, Eritrina, Inga, y Leucaena, tratándose de leguminosas que además de la reducción de la intensidad lumínica, aportan cantidades notables de residuos vegetales naturales o por podas como material de cobertura (Pérez E. et al 2005). Entre las especies maderables y fijadoras de nitrógeno encontradas en un sistema agroforestal de café tenemos las siguientes. ***(Las especies que a continuación se van a mencionar son las que aun están presente en el ensayo donde se realizo dicho estudio).***

#### ***4.9.1 Simarouba glauca (Acetuno)***

Aporta sombra y horásca pero no enriquece el suelo con nitrógeno (Staver Ch, 1995). El acetuno es una especie muy utilizada en sistema agroforestales, empleándose como árbol de sombra y cortinas rompevientos para cultivo del café en el departamento de Carazo. Es un árbol de uso múltiple sus frutos son comestibles para humanos y animales silvestre, es medicinal y ornamental, constituyendo una especie promisoría para la reforestación. La semilla produce aceite, el cual se utiliza para cocinar, jabones y margarina. Ambientalmente es una especie importante en la cadena alimenticia de la fauna por sus frutos ricos en grasa y como refugio de la avifauna.

La especie tiene buena capacidad de regeneración natural , también se propaga en viveros con facilidad , el numero de semilla por kilogramos es de 1300 y la época de recolección es marzo a junio , árbol de talla mediano a grande , alcanzando 35 mts de altura y 70 cm. de diámetro a la altura del pecho, copa en forma de sombrilla , follaje claro y abierto, fuste recto cilíndrico , hojas imparipinada , alternas , flores en panículas , terminales , pequeñas y verdosas. Cuando se maneja asociado al cultivo del cafeto se realiza podas parciales para favorecer las condiciones ambientales del cafetal (Marena/ Inafor, 2002).

#### **4.9.2 *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste de oreja)**

Es muy utilizado en sistemas silvo pastoriles por su potencial forrajero y como sombra para el ganado. Además es una especie apreciada como sombra para el cultivo del café. Es una especie con gran potencial de regeneración y ampliamente dispersada por el ganado en los potreros. El guanacaste es de crecimiento medio, presentando problemas de mala forma del fuste y ramificación a baja altura; árbol hasta de 30 mts de altura y hasta 3 mts de diámetro a la altura del pecho. Fuste cilíndrico con pequeñas gambas, copa muy grande y extendida, hojas compuestas bipinadas, frutos en vainas enroscadas (Marena/ Inafor, 2002).

#### **4.9.3 *Inga vera* (Guabillo)**

Las diferentes especies de Inga no producen madera de excepcional calidad por lo cual su principal uso es como árbol para sombra, forraje, leña, etc.; produce leña y carbón de buena calidad, generalmente el ganado come solo las hojas cuando hay escasez de pasto y en verano. Es utilizado en sistema agroforestales como sombra de cafeto y cacao, ya que es una especie de la familia de las leguminosas que aporta materia orgánica e incorpora nitrógeno del medio ambiente al suelo mejorando las condiciones físico-químicas del mismo y protegiéndolo contra la erosión hídrica y eólica. También produce excelente postes para cercado y su madera es utilizada como leña.

En el caso de árboles para sombra del cafeto desmochar el árbol, para que la copa se extienda a baja altura y que sea fácil de manejar. Esta especie responde bien a las podas reguladoras de sombra en el cafetal (Marena/ Inafor, 2002).

Árbol de mediano a grande entre 6 á 18 mtr de altura, diámetro entre 15 á 20 cm. a la altura del pecho, copa amplia y de ramas largas y follaje ralo, siempre verde. Corteza externa gris, es un poco lisa, con grietas y arrugas finas verticales, hojas alternas paripinadas y vellosa, florecen racimos laterales cáliz verde, casi tubular (Alegría, et al 1993).

#### **4.9.4 *Tabebuia rosea* (Roble sabanero)**

Es una especie nativa profusamente utilizada como ornamental. La madera producto de los raleos, ramas y/o desperdicios, puede utilizarse como leña y carbón. Se ha logrado establecer que las ramas de roble tiene una gran capacidad de auto poda y su fuste se endereza, por tanto, no hay certeza de si es necesaria o no la poda en los mejores 500 arb/ha (Marena/Inafor, 2002).

Árbol de tamaño mediano alcanza unos 20 mtr de altura copa amplia e irregular, tronco recto. Corteza externa áspera, fisurada , hojas compuestas ,digitadas , opuestas, con 5 hojuelas de tamaño diferentes, flores grandes , hermafroditas, abundantes , a veces solitarias, por lo general en inflorescencia terminales , frutos en cápsulas largas , decientes longitudinalmente a ambos lados, libera numerosas semillas de color pardo claro con alas blancas ( Alegría, et al 1993).

#### **4.10 Plagas y enfermedades más comunes presentes en árboles utilizados como sombra del café**

Las plantas se encuentran enfermas cuando uno o varias de sus funciones son alteradas por microbios patógenos, otras plantas, organismos macroscópicos por determinadas condiciones del medio ambiente.

Se considera a los microbios patógenos como las principales causas de enfermedades forestales, siendo estas las ya mencionadas enfermedades infecciosas que puede ser transmitida de un hospedante enfermo a uno sano. Por medio de la dispersión y propagación de las estructuras vegetativas y/o reproductivas de los patógenos causales. Sin embargo, otros patógenos tales como bacterias, nematodos y plantas parasitarias influyen en el crecimiento y desarrollo de los árboles, afectan su crecimiento, productividad y calidad mecánica de la madera haciéndolo vulnerables a otros agentes nocivos (Romero L, 2002).

El manejo integrado de plaga es un proceso de toma de decisiones sobre prácticas a usar, basado en observaciones sistemáticas y razonamiento ecológico sobre el cultivo, las plagas y control natural. Con la implementación de este proceso se logran mantener las pérdidas por plagas en niveles aceptables, con costos razonables y con un impacto negativo mínimo sobre el medio ambiente y la salud humana. Un elemento clave para implementar este proceso es realizar observaciones sistemáticas sobre el estado de las plantas, las plagas y los agentes de control natural, especialmente en sistemas agroforestales (Guharay F, 2001).

El uso de recuento (plagas, enfermedades y malezas) permite a cada productor analizar las interacciones entre estos factores y la sombra en sus cafetales. De esta forma, pueden realizar ajuste en su manejo y reducir los problemas fitosanitarios, maximizando los beneficios de los árboles. En un estudio realizado



en el sur de Nicaragua durante el año 2000 no se presentaron niveles preocupantes, de plagas y enfermedades aunque deben de mantener niveles de sombra que las disminuyan aun más. En los sitios con poca sombra, se presentó mayor mortalidad de café y mayor incidencia de chasparria en las frutas y antracnosis (Haggar J, et al 2001).

Entre las plagas que atacan a los árboles utilizados como sombra en Guatemala, destacan el gusano defoliador (*Prodenia sp.*) que ataca a las hojas de varias especies de Inga en forma severa y la llamada falsa broca (*Hipotheremus seriatus*) que daña el fruto del Cushin. Algunas especies utilizadas como sombra sirven de hospederos a varias enfermedades fungosas que afectan al café entre las que destacan el ojo de gallo (*Mycena citricolor*), el mal rosado (*Corticium salmonicolor*), la llaga negra (*Ceratocystis fimbriata*) y la llaga maya (*Rosellinia sp.*). Aunque es un árbol muy utilizado como sombra en los cafetales, el llamado palo de pito o poro (*Eritrina spp.*), tiene la desventaja de ser fuente de inóculos de esas enfermedades, razón por la cual no se recomienda su uso (ANACAFE, 1995).

En Nicaragua se conoce que especie como Inga vera es susceptible al ataque de plagas y de enfermedades. Como árbol de sombra para cafetal, es algo controversial, ya que puede ser hospedero de plagas y enfermedades para el cafeto. Esta especie es susceptible al ataque de plagas como hormiga, pulgones, chinches, gusanos defoliadores y de enfermedades como la fumagina y la mancha de hierro; sin embargo su rápido crecimiento le permite recuperarse rápidamente. Con respecto a otra especie muy utilizada en sistema agroforestales se considera que el Acetuno tiene muchos problemas en la etapa de vivero y en el sitio definitivo de plantación, pequeñas arañas desarrollan nido agrupando las hojas de las plántulas con telaraña, lo que impide el crecimiento de la misma y hasta puede causar la muerte de la plántula por desecación.

En relación al Guanacaste se conoce que es muy apetecido por el ganado y animales silvestres que le dañan comiéndose los retoños y las hojas especialmente en épocas secas. También es atacado por hormigas (zompopos) en la primera etapa de la plantación. Una de las especies que es también utilizada en sistema agroforestales con café es el Roble pero igual que las anteriores se ve atacada por plagas y enfermedades; muchas veces es víctima de insecto defoliadores especialmente las hormigas o zompopos, pero que no llegan a constituirse en plagas. Esta especie tiene un efecto congénito que hace que el fuste se bifurque a una altura de 1.80-2.00 mtr después de una poda y por su propio proceso de crecimiento, llega a subsanarlo (Marena/ Inafor, 2002).

Los sistemas agroforestales, por la gran diversidad de especies estructura y función del ecosistema, contribuyen a disminuir los efectos perjudiciales causados por las plagas y enfermedades; esto ocurre debido a la reducción de las posibilidades de pérdidas totales, al existir diferentes cultivos.

Además, en un hábitat diverso es más probable encontrar mayor diversidad de enemigos naturales de las especies dañinas a los cultivos. Así mismo cuando el ecosistema es heterogéneo, las plantas no hospederas actúan como barreras que impiden el fácil desplazamiento de insectos y reducen de ese modo su efecto. En un ambiente más diversificado también existen mayores posibilidades de que se hallen especies vegetales que produzcan sustancias alelo-químicas, es decir, compuestos que son tóxicos o poseen algún tipo de acción contra algunos herbívoros (Calero C, 1993).

La cantidad del daño causado por una plaga a un cultivo depende del tamaño de la población del insecto y la capacidad de la planta para soportar el daño. El tamaño de la población se regula por muchos factores, el más importante es el acoplamiento por la planta, ya que esta actúa como hospedero de los insectos. Existen diferencias entre el acoplamiento de la planta como hospedero de plagas de insecto y su capacidad para soportar los ataques y recuperarse del daño, estas

propiedades están estrechamente ligadas con el concepto de resistencia de la planta como hospedero. Es así que la resistencia a los insectos es la propiedad hereditaria que le permite a la planta inhibir el crecimiento de las poblaciones de insectos o recobrase del daño causado por poblaciones que no fueron inhibidas. La inhibición del crecimiento de la población generalmente se deriva de las características morfológicas y bioquímicas de la planta, la cual afecta el comportamiento o el metabolismo de los insectos hasta reducir el grado relativo del daño que esos insectos podrían causar potencialmente.

#### **4.11 Importancia de la Biodiversidad en Sistemas Agroforestales (Café con Sombra)**

El planeta tierra contiene sistemas naturales perfectamente adaptados a las condiciones físicas que en él prevalecen. Dichos sistemas forman un conjunto (la biosfera) dentro del cual funcionan armoniosamente los sistemas climáticos, geológicos y biológicos del planeta. La biosfera de nuestro planeta es capaz de abastecerse por sí sola de todas las sustancias y alimentos necesarios para mantener la vida.

Las comunidades de consumidores (personas, hormigas, ostras o comején) forman parte de este complejo natural y ninguna especie viviente (planta o animal) puede vivir aislada de este gigantesco sistema ecológico. La humanidad también depende de los sistemas ecológicos para asegurar su existencia en la tierra. Por esto, el funcionamiento de los ecosistemas que componen la biosfera reviste gran importancia para el hombre, quien apenas comienza a percatarse de la vulnerabilidad de estos sistemas.

Los científicos de todo el mundo están empezando a reconocer el papel y la importancia de la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas agrícolas. Las investigaciones sugieren que, considerando que en ecosistemas naturales la regulación interna de su funcionamiento es substancialmente un producto de la biodiversidad a través de flujos de energía y nutrientes y de sinergias biológicas,

esta forma de control se pierde progresivamente con la intensificación agrícola y la simplificación, de manera que para funcionar los monocultivos deben ser subvencionados con insumos químicos.

Una de las razones más importantes para mantener y/o incrementar la biodiversidad natural es el hecho de que esta proporciona una gran variedad de servicios ecológicos, (Altieri, 1991). En el caso de los insectos que constituyen el grupo biológico más numeroso del planeta, ofrecen servicios ecológicos muy importantes para la producción agrícola como por ejemplo: la polinización y el control biológico de plagas.

En sistemas agrícolas, la biodiversidad vegetal y animal cumple funciones que van más allá de la producción de alimentos, fibra, combustible e ingresos. Algunas de estas incluyen el reciclaje de nutrientes, el control del microclima local, la regulación de procesos hidrológicos locales, la regulación de la abundancia de organismos indeseables y la detoxificación de residuos químicos nocivos Basados en (Altieri M, et al 2001).

Así mismo, la biodiversidad en un sistema de producción determinado puede ser estimulada o disminuida en función de la estrategia de manejo aplicada, así pues los modelos de producción conservacionista contribuyen al incremento de la biodiversidad, no así los modelos en donde predomina la simplificación y el uso de insumos químicos externos.

En el caso particular de café (*coffea arabica*), los métodos de producción orgánica aportan beneficios económicos y ecológicos importantes, aquí destaca la presencia de árboles de sombra en los cafetales, no solo por sus funciones productivas (p.ej. fuente de madera o frutas) y agronómicas *per se*, sino también por actuar como refugio para aves migratorias y como hábitat para insectos, los cuales alcanzan altos niveles de diversidad en plantaciones con sombra; por ejemplo los ordenes Coleóptero (Nestel, et al 1992), Homóptera (Rojas, et al 2001)

e Hymenóptera (Perfecto, et al 1996). Citados por (Barbera N, 2001). Los árboles pueden también causar efectos indirectos para los cafetos a través de plagas, enfermedades y malezas (considerados como parte del ambiente para el cafeto). El grado de estos efectos depende de las condiciones ambientales como la temperatura, la humedad y las características del suelo (Muschler G, 2000).

#### **4.12 Índices de Biodiversidad.**

Los problemas de muestreo de comunidades, ya sea para su caracterización o simplemente para determinar la riqueza de especies, comienzan por definir el o los métodos de muestreo a utilizar. De hecho, cada especie, dependiendo de sus características biológicas y ecológicas, requiere de métodos particulares. De ser necesario estimar parámetros poblacionales, la mayoría de los métodos de captura utilizados, como trampas de caída, trampas de agua y trampas Malaise, pueden resultar de escaso valor pues apenas capturan una pequeña fracción de los individuos (Southwood 1971).

Uno de los métodos más utilizados para la caracterización de la entomofauna de comunidades terrestres es el barrido con mallas entomológicas; Janzen (1973) y Janzen et al. (1976) consideran que este método de muestreo es una de las mejores técnicas para estudiar la estructura de las comunidades de insectos que habitan en las regiones tropicales de Costa Rica y Venezuela, dentro de las limitaciones de tiempo y mano de obra. Noyes (1982) sugiere que este método fue más eficiente en la captura de Chalcidoidea. Otros autores consideran que dicho método presenta una serie de limitaciones que obligan a interpretar los resultados obtenidos únicamente desde un punto de vista relativo y sólo con fines comparativos (Hespenheide 1978, Noyes 1989, Bulla 1990, Candia 1997).

Otros métodos de muestreo se han empleado para conocer y comparar la entomofauna de una determinada área. Matthews y Matthews (1983) comparan el efecto de las trampas Malaise tipo "Townes" y "Cornell". Masner (1976) considera que las trampas amarilla con agua (trampas amarillas) son eficientes en la captura de Scelionidae, Myrmecidae y Encyrtidae. Masner y Goulet (1981) utilizan un nuevo

modelo de trampa de interceptación para la captura de himenópteros. Noyes (1989) compara cinco métodos de muestreo. Masner y García (2002) se refieren a la utilización de trece sistemas para la obtención de Diapriinae (Hymenóptera). (Citados por García Luís ,2003)

A la hora de analizar los datos recogidos para una investigación, la elección de un método de análisis adecuado es crucial para evitar llegar a conclusiones erróneas. La selección de la técnica de análisis más apropiada ha de hacerse tomando en cuenta distintos aspectos relativos al diseño del estudio y a la naturaleza de los datos que se quieren cuantificar. El número de grupos de observaciones a comparar, la naturaleza de las mimas (según se trate de muestras independientes u observaciones repetidas sobre los mismos individuos), el tipo de datos (variables continuas / cualitativas) o su distribución de probabilidad son elementos determinantes a la hora de conocer las técnicas estadísticas que se pueden utilizar<sup>1</sup>.

En el análisis de datos cuantitativos, los métodos estadísticos más conocidos y utilizados en la práctica, como el test t de Student o el análisis de la varianza, se basan en asunciones que no siempre son verificadas por los datos de los que se dispone. Así, es frecuente tener que asumir que la variable objeto de interés sigue por ejemplo una distribución gaussiana. Cuando la ausencia de normalidad es obvia, o no puede ser totalmente asumida por un tamaño muestral reducido, suele recurrirse a una transformación de la variable de interés (por ejemplo, la transformación logarítmica) para simetrizar su distribución o bien justificar el uso de las técnicas habituales recurriendo a su robustez (esto es, su escasa sensibilidad a la ausencia de normalidad). Existen a su vez otros métodos, usualmente llamados no paramétricos, que no requieren de este tipo de hipótesis sobre la distribución de los datos, resultan fáciles de implementar y pueden calcularse incluso con tamaños de muestra reducidos. (Pertega D; et al 2007)

A continuación describimos los métodos no paramétricos utilizados en el análisis estadístico del presente trabajo:

#### **4.12.1 Análisis de varianza por rangos Kruskal – Wallis (1952).**

Si un grupo de datos se toma de acuerdo con un diseño completamente aleatorizado donde  $K > 2$ , es posible hacer una prueba no paramétrica para probar diferencias entre los grupos. Estos se realizan mediante el test de Kruskal Wallis.

Este test puede ser utilizados en cualquier situación donde el ANOVA de clasificación simple sea aplicable (aunque solo tiene una potencia de 95.5 % con relación a este ultimo) y en aquellos casos en que este ultimo no sea aplicable.

El análisis no paramétrico puede ser aplicados cuando la k muestras no provengan de poblaciones normales y/o cuando las k varianzas poblacionales sean heterogéneas. Si  $k=2$ , entonces el test de Mann Whitney es el método no paramétrico apropiado.

Debe recordarse que en el test no paramétrica no se utilizan parámetros en el planteamiento de la hipótesis tampoco se utilizan parámetro, ni estadísticos muestrales en los cálculos.

El estadístico de Kruskal- Wallis se denomina como H y se calcula como:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Donde:

$n_i$ : es el número de observaciones en el  $i$ ésimo grupo.

$N$ : número total de observaciones en todos los  $k$ .

$R_i$ : es la suma de los rangos de las  $n_i$  observaciones en el grupo  $i$ .

Los valores críticos para  $H$  en el caso de muestras pequeñas cuando  $k = 3$  se dan en la tabla Kruskal Wallis. Para muestras grandes y/o para  $k > 3$  puede considerarse que se aproximan al  $X^2$  con  $k - 1$  grados de libertad.

#### **4.12.2 Prueba U de Mann-Whitney.**

La prueba U de Mann-Whitney es una alternativa no paramétrica a la prueba t de dos muestras independientes cuando en alguna de las dos poblaciones muestreadas, la variable de respuesta, no se distribuye aproximadamente normal.

En 1947, Mann y Whitney propusieron una prueba estadística que utiliza la suma de los rangos de las dos muestras y su prueba es equivalente a la prueba de Wilcoxon (prueba de suma de rangos de Wilcoxon), basada también en muestras aleatorias independientes, (la propuso en 1945, F. Wilcoxon).

El estadístico U de Mann-Whitney se obtiene al ordenar todas las  $(n_1+n_2)$  observaciones de acuerdo con su magnitud y al contar las observaciones en la muestra A que preceden a cada una de las observaciones en la muestra B. El estadístico U es la suma de estos números. O podría contarse el número de observaciones de B que preceden a cada una de las observaciones en la muestra A y utilizar  $U_B$  de estos números como el estadístico U.

En cualquier caso, valores muy pequeños o muy grandes de U implicarán una separación de las observaciones ordenadas de A y B y proporcionarán evidencia para indicar una diferencia (desplazamiento en la localización) entre las distribuciones poblacionales de A y B.



El estadístico U está relacionado con la suma de rangos de Wilcoxon. Se puede demostrar (se omite) que:

$$U_A = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_A$$
$$U_B = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_B$$

Donde:

$R_1$  (otra notación:  $W_1$ ) es la suma de rangos para la muestra A con tamaño muestral  $n_1$  y  $R_2$  ( $W_2$ ) es la suma de rangos para la muestra B con tamaño muestral  $n_2$ .  $U_A$  y  $U_B$  están relacionados a través de  $U_A = n_1 n_2 - U_B$ .

$U_A$  será pequeño cuando  $R_A$  es grande, una situación que probablemente ocurrirá cuando la distribución poblacional de las mediciones A se desplace hacia la derecha de la distribución poblacional de las mediciones B. Entonces para detectar un desplazamiento de la distribución A hacia la derecha de la distribución B, se rechazará  $H_0$  de no diferencia en las distribuciones poblacionales si  $U_A$  es menor que algún valor especificado,  $U_0$ , es decir se rechazará  $H_0$  para valores pequeños de  $U_A$ .

Así, para una prueba de dos colas utilice U, el valor más pequeño de  $U_A$  y  $U_B$ .

Utilice  $U_A$  para la prueba unilateral que detecte un desplazamiento de la distribución de las mediciones de la población A hacia la derecha de la distribución de las mediciones de la población B. Para detectar un desplazamiento en la distribución de las mediciones de la población B hacia la derecha de la distribución de la población A, solamente intercambie las letras A y B en el estudio.

### *Cálculo del estadístico de prueba*

Para el cálculo del estadístico de prueba se unen las muestras de ambos grupos y se les asignan los rangos de menor a mayor y se calculan  $U_A$  y  $U_B$ . Los empates en las observaciones se pueden manejar promediando los rangos que se hubieran asignado a las observaciones empatadas y al adjudicar este promedio a cada una. Por ejemplo, cuando tres observaciones empatan y presentan respectivamente rangos 3, 4, 5 se les asignaría a las tres el rango 4.

### *Región de rechazo*

1. Para la prueba de dos colas y un valor dado de  $\alpha$ , rechace  $H_0$  si  $U \leq U_0$ , en donde  $P(U \leq U_0) = \alpha/2$ .
2. Para la prueba unilateral descrita y un valor dado de  $\alpha$ , rechace  $H_0$  si  $U_A \leq U_0$  en donde  $P(U_A \leq U_0) = \alpha$ .

La tabla de la función de distribución de  $U$  para un  $\alpha$  dado [ $P(U \leq U_0) = \alpha$ ] proporciona la región de rechazo  $U_A \leq U_0$  para la prueba de una cola. Para una prueba de dos colas, el valor de  $\alpha$  será el doble del valor dado en la tabla. Además la tabla se construyó con el supuesto de que  $n_1 < n_2$ , es decir siempre identifique la muestra más pequeña como la muestra 1 (obtenida de la población A).

Basados en (Pérez A, 19?)

#### **4.12.3 Prueba de Tansley & Chipp (1926).**

La abundancia se define como la cantidad de individuos de una especie que se distribuyen en una determinada comunidad. Los datos de abundancia de las especies se suelen dar cuantitativa y cualitativamente. Los datos cuantitativos son cantidades, es decir, se dice que hay 45 individuos.

Los datos cualitativos se suelen dar según alguna escala. Una escala comúnmente utilizada es la de Tansley & Chipp (1926), quienes reconocen cinco categorías:

Esta escala reconoce 5 categorías

Muy abundantes: + del 80% de la muestra.

Abundantes: Entre el 60 y el 80% de la muestra.

Poco abundantes: Entre el 40 y el 60% de la muestra.

Escasas: Entre el 20 y el 40% de la muestra.

Raras: Menos del 20% de la muestra.

Estas categorías se refieren a la cobertura de vegetación de un área muestreada, de manera que para estudios de fauna se puede trabajar de la manera siguiente. Se considera la especie más abundante como punto de referencia y el valor de la misma se divide entre 5, de este modo las categorías se estructuran del valor calculado, que representa 1/5 del total.

Basados en ( Pérez A, 19?)

#### **4.12.4 Coeficiente de similitud de Bray Curtis**

Este coeficiente se puede aplicar al problema que nos ocupa de forma inmediata y permite obtener para cada pareja de documentos una nueva medida de similitud. Posteriormente se determina un umbral adecuado para estos valores y aquellos pares de documentos cuya similitud supere dicho umbral son incluidos en el mismo grupo.

Puesto que este algoritmo, requiere  $(n^2 - n) / 2$  comparaciones tanto de documentos como de vectores de similitudes no es adecuado para clasificar colecciones demasiado grandes. Sin embargo, puesto que puede transformarse

fácilmente en un algoritmo aglomerativo que emplea la matriz de similitudes *PiRo-CZ* permite elaborar dendrogramas.

Las principales características de este índice que lo hacen idóneo para este problema son dos:

1. En primer lugar la ausencia del mismo componente en ambos vectores no se tiene en cuenta como “un punto en común”

2. En segundo los componentes mayores son los que dominan el coeficiente.

$2w/(a+b)$  0.53

Este índice se fórmula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^s |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^s [X_{ij} + X_{ik}]}$$

Donde:

B = medida de Bray - Curtis entre las muestras j y k

$X_{ij}$  = número de individuos de la especie i en la muestra j

$X_{ik}$  = número de individuos de la especie i en la muestra k

S = número de especies

Cuando más próximo a 1 sea el valor obtenido más similares serán las poblaciones.

Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras. Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser

transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis ( $1 - B$ ). (Basados en Chao A et al 2004).

Para la caracterización de la biodiversidad en un sistema productivo determinado es importante determinar lo relativo a la composición, la abundancia y la riqueza del grupo de interés, parámetros que son definidos como sigue:

-Abundancia: suele aplicar a la frecuencia de individuos de una determinada especie en una unidad espacial o biotopo previamente definida

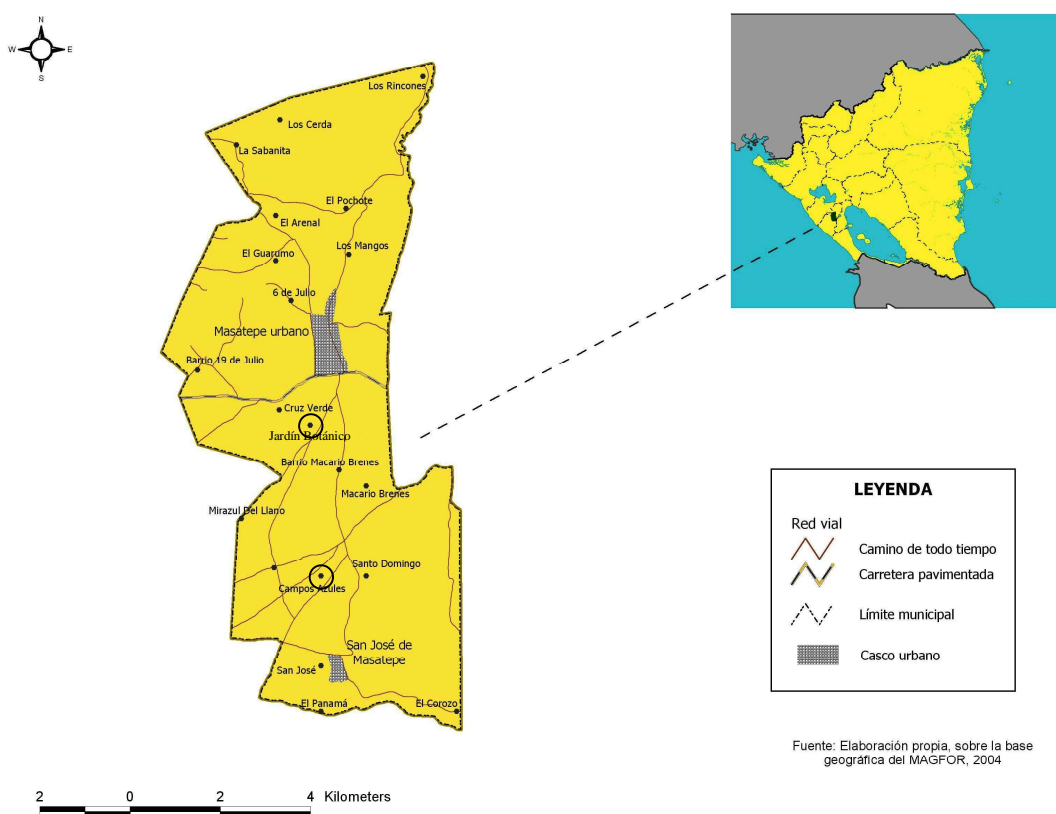
-Riqueza: se define como el número de especies presentes en una comunidad sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

Ante la necesidad de profundizar en el conocimiento de los insectos asociados a árboles de sombra en el cultivo del café se inicio una investigación en el Municipio de Masatepe departamento de Masaya con el propósito de generar información sobre Riqueza y Abundancia de poblaciones de insectos encontrados en cuatro especies de árboles forestales utilizados como sombra de café.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Ubicación del ensayo

El estudio se realizó en el Centro Experimental Jardín Botánico de la Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE) y el Centro Experimental “Campos Azules” del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) Masatepe, del departamento de Masaya, Nicaragua (ver figura a continuación). Las coordenadas de la zona son 11°54' latitud N y 86°09' longitud O, El clima seco bien marcado, de 5 a 6 meses, con una altura de 470 msnm y una precipitación anual de 1400 mm. Presenta una temperatura promedio anual de 24 °C y una humedad relativa de 70 a 80% (Benavides M, et al 2004).



**Figura 1** Ubicación de Centros Experimentales donde se realizó el estudio.

## 5.2 Establecimiento del ensayo

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

Los árboles *Tabebuia rosea*, *Simarouba glauca* de servicios maderables y *Enterolobium cyclocarpum*, *Inga vera* maderables no leguminosas, fijador de nitrógeno, se sembraron a una distancia de 4 metros entre hileras 3.75 metros entre árbol. Los cafetos son de la variedad Pacas y se establecieron a una distancia de 2.0 metros entre surco x 1.25 metros entre plantas.

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

## 5.3 Descripción del ensayo

El ensayo cuenta de tres localidades, cada una de las cuales tiene un área aproximada de 10,477 m<sup>2</sup>. En cada localidad se establecieron 14 parcelas correspondientes a los tratamientos (los sistemas están conformadas por 12 parcelas con café bajo sombra a las que esta dirigido nuestro estudio y 2 parcelas con café a pleno sol), las que tienen un área promedio de 748 m<sup>2</sup>, Cada parcela útil tiene un promedio de 30 árboles (15 de cada especie) para un total de 360 árboles, alternados con surcos de café.

## **5.4 Metodología del muestreo**

La metodología escogida para este estudio consistió en dos métodos: *Muestreo Manual* realizado en las tres replicas del ensayo (Ubicadas en el Jardín Botánico y Campos Azules) Durante 6 meses cada 21 días y la *Ubicación de trampas de suelo* realizada únicamente en la replica El Mamón (Ubicada en Jardín Botánico) Durante 5 meses cada 21 días . Con relación a la metodología cabe mencionar que los sistemas en el cual se llevó a cabo el estudio fueron únicamente aquellas que estaban sometidas a determinado nivel sombra (contenían árboles) y no aquellas que contenían café a pleno sol.

### **5.4.1 Muestreo Manual**

La metodología del Muestreo Manual consistió en seleccionar 6 árboles de cada parcela útil, tres de cada especie (habiendo 2 especie de árboles por cada parcela). Una vez seleccionado los árboles estos eran marcados con cinta biodegradable y codificada con 5 dígitos (ver anexo 1). A cada árbol seleccionado se le escogían 10 hojas sin importar la posición de la misma en relación a las coordenadas y a la ubicación del sol, cada hoja escogida se le revisaba cuidadosamente el haz y el envés con el objetivo de encontrar insectos.

Cada muestra encontrada fue retirada con pinceles o pinzas y depositada en un recipiente de vidrio el cual contenía alcohol al 70%, posteriormente cada recipiente fue codificado con la misma codificación del árbol donde se había encontraba la muestra, luego fue llevado al laboratorio para su debida identificación.

Cada parcela útil fue visitada cada 21 días, (iniciando la recolecta de muestras a las 5.30 a.m., hora en la que los insectos están en mayor movimiento) durante los meses de de enero a junio del 2004. En total se observaron 36 árboles por cada especie para un total de 72 árboles por replica y un total global de 216 árboles en todo el ensayo. Cada parcela estaba sometida a un nivel de insumo y una distinta combinación de árboles.



Se hace mención que cada muestra manual en cada replica duraba un día y en total se trabajaba 3 días seguidos para poder revisar las muestras en las tres replicas totales.

#### **5.4.2 Descripción y Ubicación de las Trampas de Suelo.**

Las trampas de suelo fueron ubicadas únicamente en la localidad El Mamón localizada en el Centro Experimental Jardín Botánico, el establecimiento de las trampas consistió en ubicar cuatro recipientes cilíndrico de plástico de 10 cm. de diámetro y 12 cm. de profundidad por cada parcela útil, a una distancia de 3x3 mts. Para un total de 48 trampas colocadas. Los recipientes fueron colocados en orificios previamente elaborados procurando quedaran a nivel del suelo, conteniendo agua, mas una pequeña cantidad de detergente, posteriormente eran cubiertos parcialmente por hojarasca. (Anexo 2).

En el momento que se levantaban las trampas los insectos fueron capturados cuidadosamente con pinza y pinceles luego se colaban en un colador y se enjuagaban con agua potable, posteriormente fueron trasladados a un recipiente el cual estaba codificado (numero de replica, parcela, recuento) y que contenía alcohol al 70%. Luego eran llevadas al laboratorio para su debida identificación.

Cada muestra de las cuatro trampas que contenía cada parcela útil se juntaban y formaban una muestra por parcela útil, obteniendo 12 recipientes o trampas por replica. Cabe destacar que las trampas se ubicaron con un mes de retraso en relación al muestreo manual logrando así 5 fechas de muestreo de trampas de suelo en total.

A continuación se presentan los factores en los cuales estuvieron sometidos los sistemas del estudio. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Sistemas resultantes de la combinación de sombra y niveles de insumos evaluados en el estudio. Masatepe – Masaya 2004.

Centro Experimental	Nombre de Replica	Edad de la Plantación	Combinaciones de Sombra	Niveles de Insumo
Jardín	El Mamón	3	S,T	MO, BO, MC, AC
Botánico	El Níspero	3	E,T	MO, MC
Campos	Campos	2	S,I	MO, MC
Azules	Azules		E,I	MO, BO, MC, AC

(I) *Inga spp.*: especie perennifolia, fijadora de nitrógeno, servicio; (S) *Simarouba glauca*: especie perennifolia, maderable; (T) *Tabebuia rosea*: especie caducifolia, maderable; (E) *Enterolobium cyclocarpum*: especie caducifolia, fijadora de nitrógeno, maderable; (MO) Medio Orgánico; (BO) Bajo Orgánico; (MC) Medio Convencional; (AC) Alto Convencional.

### 5.5 Descripción de los sistemas.

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

Para el manejo de las plagas se programaron dos aplicaciones de Cipermetrina para el caso del minador y dos aplicaciones de Endosulfan para el caso de la broca, sin embargo los niveles de incidencia registrados en los muestreo no alcanzaron el nivel de aplicación, el cual correspondía al 30% de minas frescas para el caso del minador y el 2% para la broca.

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

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

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

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

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

## **5.6 Manejo de la sombra.**

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

## **5.7 Análisis de datos.**

Los datos obtenidos fueron digitados en el programa Excel, posteriormente se realizaron pruebas estadísticas no paramétricas. Para la comparación de dos muestras se utilizó la prueba estadística de Mann Whitney y para comparar tres o más muestras se utilizó el estadístico de Kruskal Wallis dado la distribución no normal y la diferencia de varianzas entre las diferentes muestras en todos los casos.

Se decidió no realizar transformaciones logarítmicas considerando que los valores obtenidos en estas pruebas marcaron una clara y precisa tendencia.

Los niveles máximos aceptables de  $p$  fueron de 0.05, es decir que únicamente para valores menores a 0.05 se consideraron las variaciones como estadísticamente significativas

Basados en: (Westley et al ,1993)

## 5.8 Abundancia de las especies

Se utilizó la escala propuesta por TANSLEY & CHIPP (1926) donde la abundancia de las especies son presentadas de manera cualitativa.

Muy abundantes: + del 80% de la muestra

Abundantes: Entre el 60 y el 80% de la muestra

Poco abundantes: Entre el 40 y el 60% de la muestra

Escasas: Entre el 20 y el 40% de la muestra

Raras: Menos del 20% de la muestra

Basado en TANSLEY et al, (1926)

## 5.9 Análisis de las comunidades (Matemática Ecológica)

Se realizaron análisis de clasificación utilizando el índice de **Bray Curtis**, que considera además de la identidad de la especie entre las muestras, los valores de abundancia relativa, y esto por considerar que describe mejor a una comunidad al considerar los valores de estudio de mas peso, riqueza (composición) y abundancia.

Se utilizaron los programas InfoStat, Biodiversity pro, InStat y Excel para el procesamiento de los datos y la elaboración de graficas.

Basado en Westley et al, (1993)

## VI. RESULTADOS.

### 6.1 Riqueza y Abundancia de insectos encontrados en el Muestro Manual

#### 6.1.1 Riqueza de Familias

En términos generales fue posible identificar a 66 familias de insectos distribuidas en diez órdenes entomológicos de una población total encontrada de 720 individuos, los que se consideran están asociados a los 12 sistemas de producción estudiados. (Anexo 2).

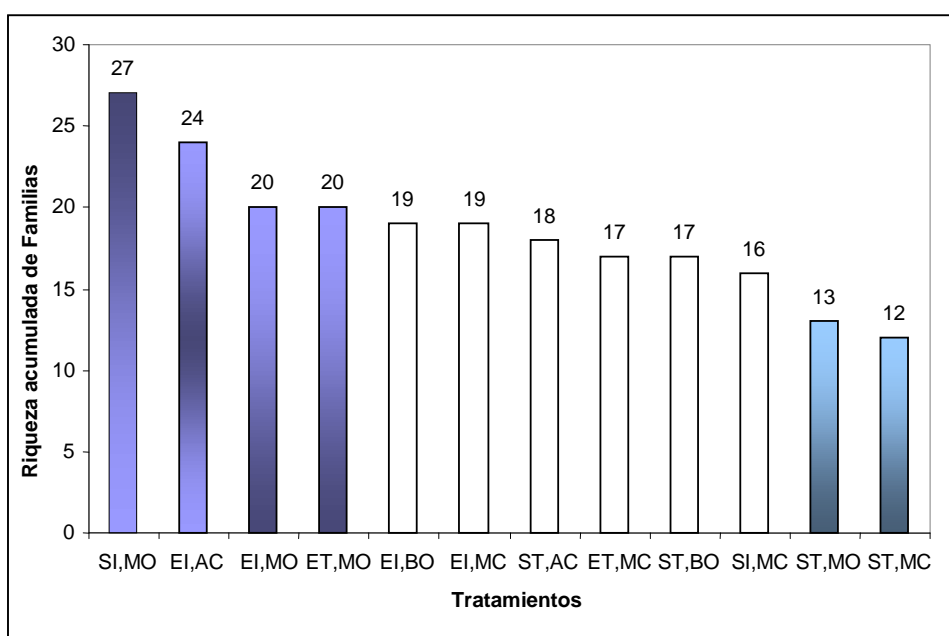
**Cuadro 2.** Lista de órdenes y número de familias encontradas en el hábitat arbóreo

<b>Orden</b>	<b>Numero de Familias</b>	<b>Cantidad</b>
Coleóptero	15	302
Hymenóptero	14	120
Díptera	10	23
Homóptera	9	117
Hemíptero	8	70
Lepidóptero	6	24
Isóptera	1	29
Thysanóptera	1	19
Neuróptero	1	11
Ortóptero	1	5

### 6.1.2 Riqueza de Familias entre los sistemas

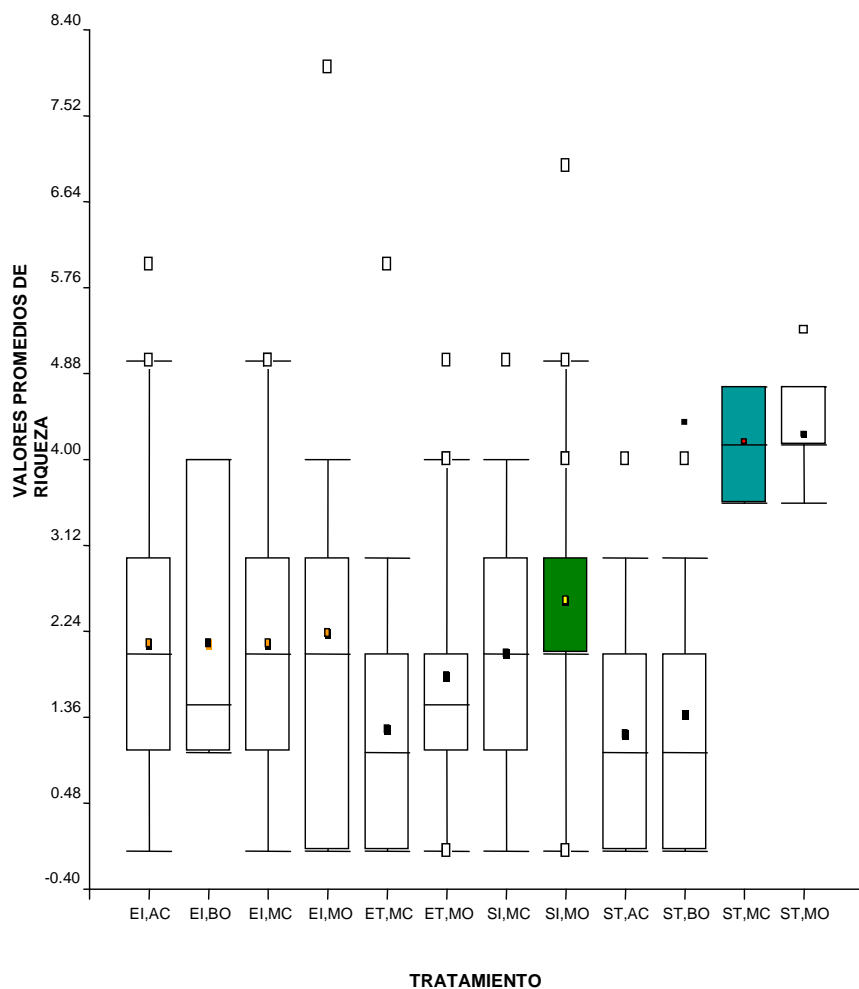
El tratamiento que presentó los valores mas altos de riqueza fue SI/MO (*Simarouba glauca/ Inga vera* con uso intermedio de insumos orgánicos) con un total de 27 familias, seguido de EI/AC (*Enterolobium ciclocarpum/Inga vera* con uso intermedio de insumo alto convencional) con 24 familias y EI/MO & ET/MO (*Enterolobium ciclocarpum/Inga vera* con uso intermedio de medio orgánicos; y *Enterolobium ciclocarpum/Tabebuia rosea* con uso intermedio de medio orgánico) con 20 familias cada uno, A su vez los tratamientos con mas bajos valores de riquezas fueron ST/MO (*Simarouba glauca/ Tabebuia rosea* con uso intermedio de medio orgánico) con 13 familias y ST/MC (*Simarouba glauca/ Tabebuia rosea* con uso intermedio de medio convencional) con 12 familias.(Figura 1)

Cabe mencionar que parece existir alguna relación entre la presencia de *Inga Vera* y el medio orgánico, ya que los valores mas altos de riqueza fueron obtenidos en diferentes sistemas donde estos estuvieron presentes.



**Figura 2.** Riqueza de familias encontradas en cada uno de los sistemas estudiados en el muestro manual.

En la siguiente figura se muestra los valores promedios de riqueza de familias para cada sistema de producción. (Figura 2)



**Figura 3.** Valores promedios de la riqueza de familias entre los sistema considerados.



En cuanto a la riqueza entre los sistemas, se obtuvo que existen diferencias significativas ( $H=22.37$ ,  $p>0.01$ ), siendo SI/MO quien presento los valores promedios mas altos y ST/MC el que presento los valores mas bajos (Cuadro 2).

**Cuadro 3:** Prueba Kruskal Wallis para determinar riqueza de familias.

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>	<b>Des Est.</b>
ST/MC	1.06	0.80
ET/MC	1.22	1.52
ST/AC	1.17	1.20
ST/MO	1.17	0.79
ST/BO	1.39	1.20
ET/MO	1.78	1.35
SI/MC	2.00	1.50
EI/AC	2.11	1.60
EI/BO	2.11	1.49
EI/MO	2.22	2.02
EI/MC	2.11	1.53
<b>SI/MO</b>	<b>2.56</b>	<b>1.72</b>

**Cuadro 4:** Prueba de Duun.

<b>Tratamientos</b>	<b>Categorías</b>			
ST,MC	A			
ET,MC	A			
ST,AC	A	B		
ST,MO	A	B	C	
ST,BO	A	B	C	
ET, MO	A	B	C	D
SI, MC	A	B	C	D
EI,AC		B	C	D
EI,BO		B	C	D
EI,MO		B	C	D
EI,MC			C	D
SI,MO				D *

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )*

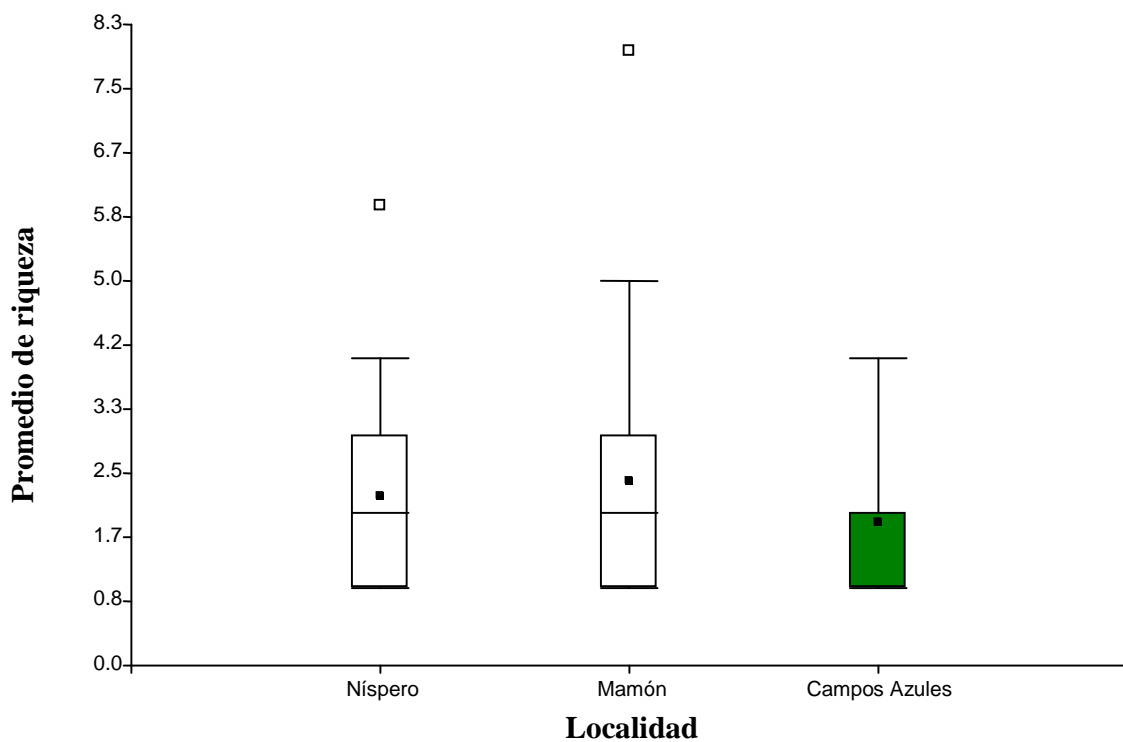
Con la prueba a priori de Dunn se confirmo que el sistema que presento los valores de diferencia significativos fue el sistema SI/MO con ( $p \leq 0.05$ )

### **6.1.3 Influencia de los niveles de insumo sobre la riqueza de familias en las diferentes combinaciones de árboles.**

Se encontró que no existe cambio significativo ( $p > 0.3$ ) de la riqueza de familia con respecto a los niveles de insumo (AC, MC, BO, MO) utilizados en los diferentes sistemas agroforestales, lo que podría señalar que esta fue influenciada por las combinaciones de árboles. (EI, ET, SI, ST)

### 6.1.4 Riqueza entre las localidades

Entre las localidades muestreadas en este estudio se encontró que no existen diferencias significativas ( $H=4.05$ ,  $p>0.1$ ) en cuanto a la riqueza de familias. Como observación general, los valores promedio mas altos de riqueza fueron obtenidos entre la localidad El Mamón y la localidad El Nispero. (Figura 3)



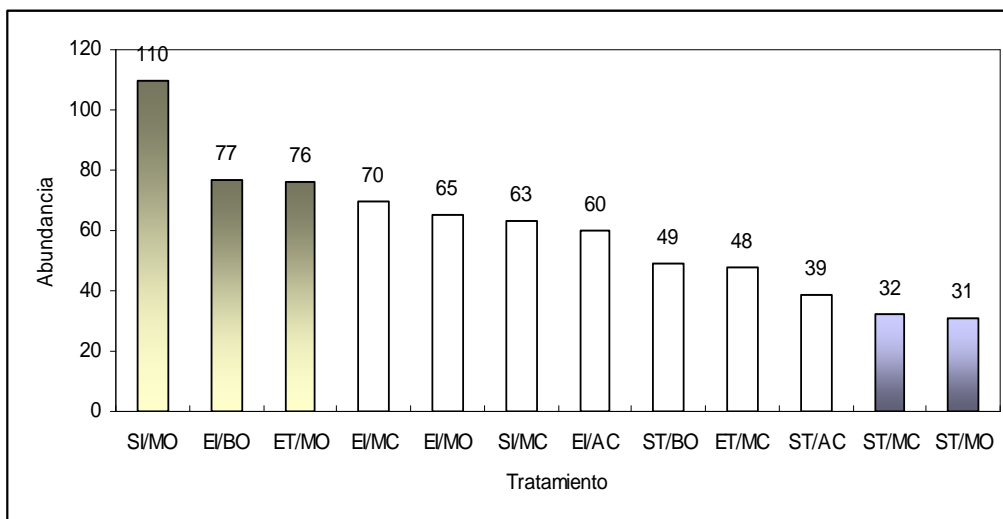
**Figura 4.** Promedio de la riqueza de familias entre las localidades estudiadas.

**Cuadro 5.** Prueba Kruskall Wallis para determinar la riqueza entre las localidades.

Localidad	Medias	Desv. Esta.	H	P
Camp. Azules	1.87	1.12	<b>4.05</b>	<b>0.1074</b>
Níspero	2.41	1.58		
Mamón	2.22	1.23		

### 6.1.5 Abundancia de los insectos encontrados en el muestreo manual.

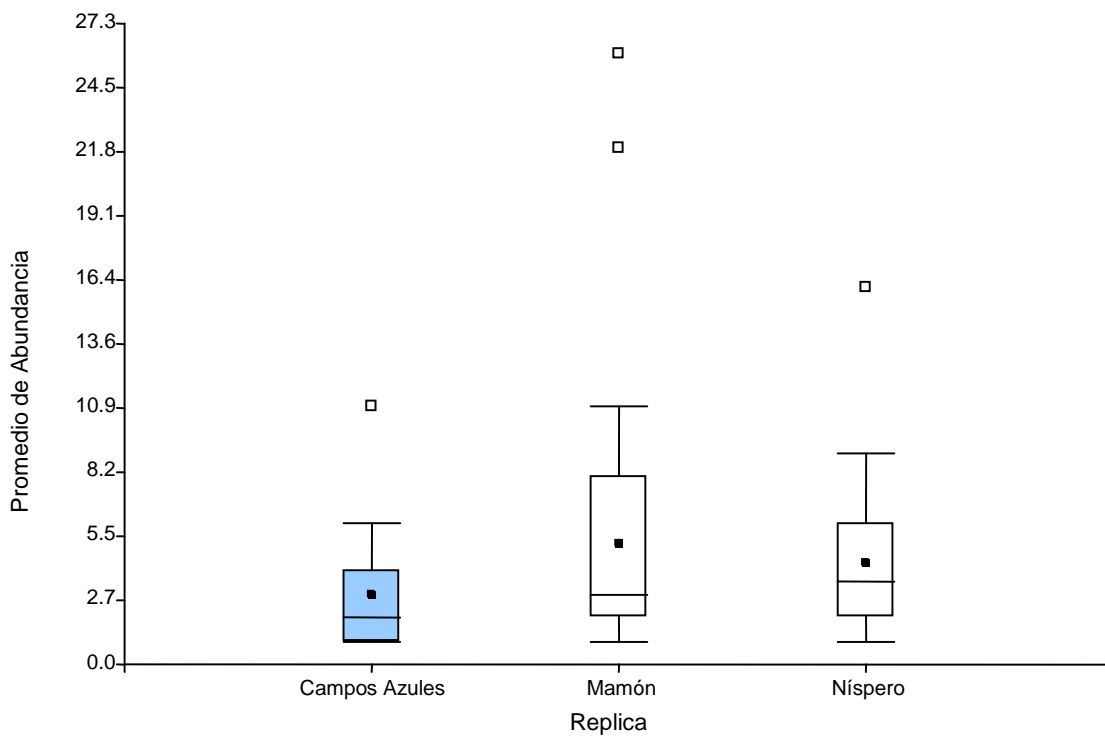
Los valores mas altos de abundancia de insectos fueron obtenidos en SI/MO con 110 individuos, EI/BO con 77 individuos y ET/MO con 76 individuos, los valores mas bajos se encontraron en los tratamientos ST/MC con 32 individuos y ST/MO con 31 individuos. (Figura 4)



**Figura 5.** Valores acumulados de individuos para cada sistema estudiado del hábitat árbol.

Entre los sistemas, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la abundancia de insectos.

No obstante se encontraron diferencias significativas entre las localidades ( $H=7$ ,  $p>0.02$ ) y esto sugiere algunas condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar etc.) o de historia agro ecológica de la zona que contribuyen a una reducción considerable en la abundancia de insectos en la localidad de Campos Azules, que según las pruebas *a posteriori* es significativamente diferente que las otras localidades ( $p<0.05$ ) (Figura 5)



**Figura 6.** Promedio de abundancia de individuos entre las localidades estudiadas

**Cuadro 6.** Prueba Kruskal Wallis para determinar la abundancia entre localidades.

<b>Localidad</b>	<b>Medias</b>	<b>Desv. Esta.</b>	<b>H</b>	<b>P</b>
Camp.Azules	2.96	2.36	<b>7.00</b>	<b>0.0272</b>
Mamón	5.12	5.15		
Níspero	4.33	3.31		

#### **6.1.6 Influencia de los niveles de insumo en la abundancia de insectos dentro de las combinaciones de árboles.**

La abundancia de insectos no mostró variaciones significativas ( $p > 0.2$ ) entre los diferentes niveles de insumo para cada una de las cuatro combinaciones de árboles, al igual que no existen diferencias notables entre los sistemas.

Esto muestra claramente que para los insectos presentes en el hábitat arbóreo de los sistemas, no influyen los diferentes niveles de insumos de ninguna manera, ni en cuanto a la riqueza ni en la abundancia.

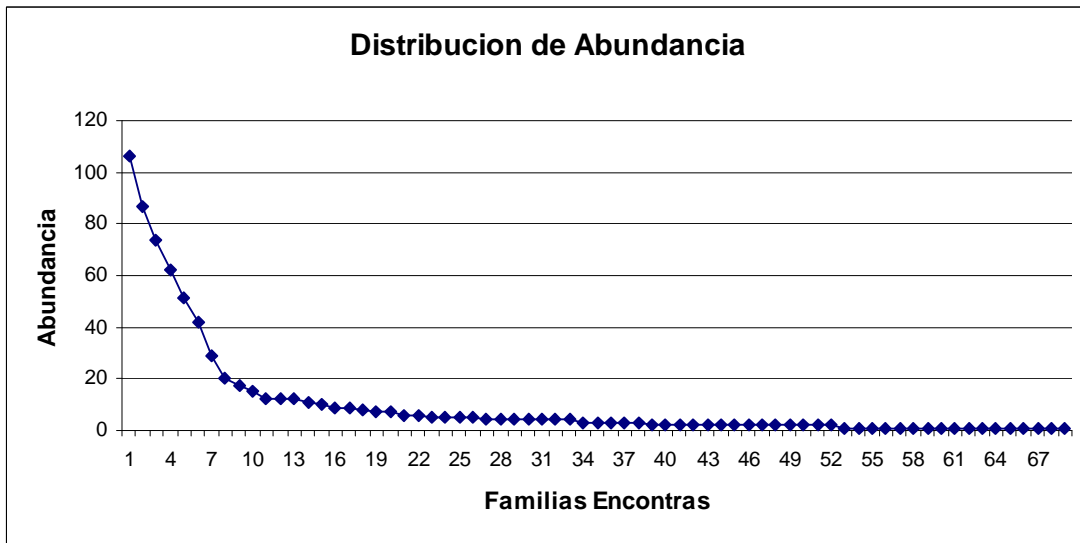
#### **6.1.7 Familias más abundantes**

Como una manera cualitativa de representar los valores cuantitativos obtenidos en este estudio, se categorizaron las familias según la escala propuesta por TANSLEY & CHIPP (1926), que distingue cinco categorías.

**Cuadro 7.** Distribución de familias por categorías para el hábitat árbol propuestas por Tansley & Chipp.

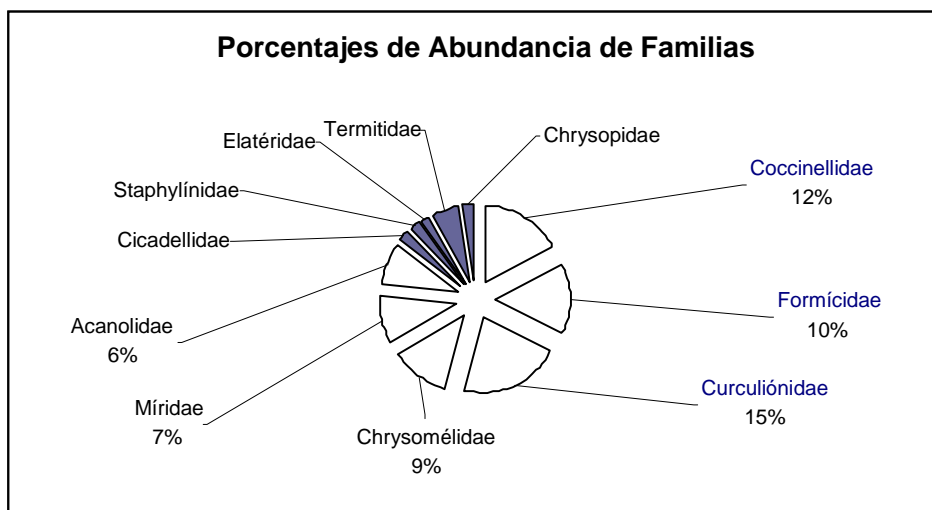
<b>Categoría</b>	<b>Familia</b>
Muy abundante (80 %)	<i>Curculiónidae</i>
Abundante (60 – 80 %)	<i>Coccinellidae</i>
	<i>Formícidae</i>
Poco abundante (40 – 60 %)	<i>Chrysomélidae</i>
	<i>Míridae</i>
Escasas (20 – 40 %)	<i>Acanolidae</i>
	<i>Termitidae</i>
Raras (20 %)	62 familias

Los sistemas están dominados por unas pocas familias, que agrupan a su vez la mayoría de los individuos observados. Esto sugiere un modelo de J invertida, donde existe un grupo pequeño de especies muy abundantes y una gran proporción de especies raras con abundancias bajas, común en sistemas de este tipo (Figura 6)



**Figura 7.** Distribución de abundancia de las familias encontradas.

Dos familias de insectos estuvieron presentes en los 12 sistemas estudiados del hábitat arbóreo (*Coccinellidae* con un 12 % y *Formícidae* con 10 %) y 2 familias en 11 de los sistemas (*Curculiónidae* 15 % y *Chrysomélidae* 9 %) representando el 69 % de la unidad muestreada; estas familias también son las identificadas como las mas abundantes en el estudio, esto puede apreciarse en la Figura 7. Anexo #



**Figura 8.** Porcentajes de abundancia de las familias encontradas en los sistemas estudiados.



Tomando en cuenta los porcentajes de familias con mayor frecuencia de aparición y número de individuos en todo el periodo de recuento (Enero – Junio) hacemos referencia que dichas familias agrupan a insectos benéficos que actúan como controladores biológicos de plagas. (Sáenz M et al 1990).

## **6.2 Riqueza y Abundancia de insectos encontrados en las trampas de suelo.**

### **6.2.1 Riqueza de familias**

En el hábitat suelo, fue posible identificar a 28 familias, distribuidas en ocho ordenes entomológicos de una población total muestreada de 702 individuos los que se considera de igual manera pueden asociarse a los 12 tratamientos evaluados en el estudio.

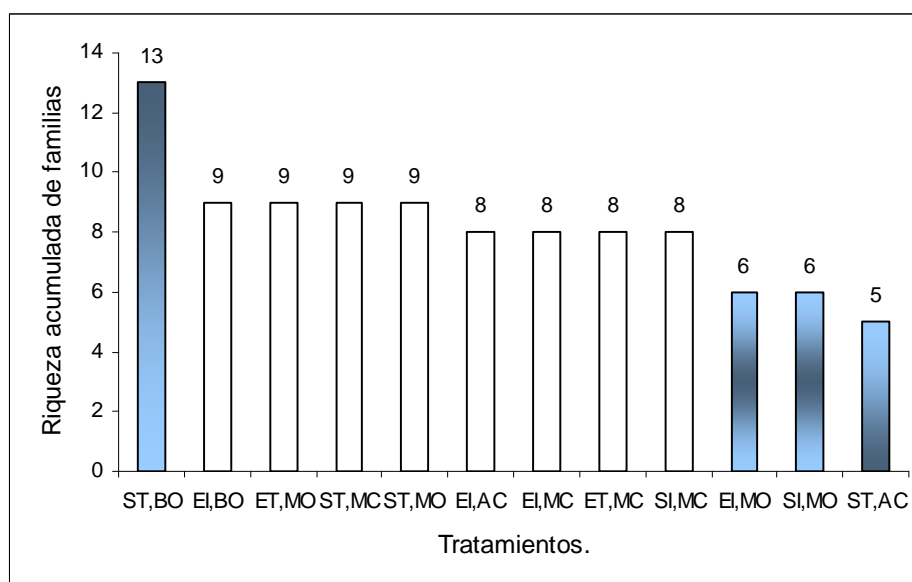
**Cuadro 8:** Lista de órdenes y familias encontradas en el estrato suelo.

<b>Orden</b>	<b>Numero de Familia</b>	<b>Cantidad</b>
Coleóptero	9	108
Hymenóptero	5	517
Hemíptero	4	12
Díptera	4	7
Ortóptero	3	21
Isóptera	1	22
Homóptera	1	13
Lepidóptero	1	2

### 6.2.2 Riqueza de familias entre los sistemas.

En el suelo, el sistema que presento los valores mas altos de riqueza de familias fue ST/BO con 13 familias, seguido de EI/BO, ET/MO, ST/MC Y ST/MO con 9 familias cada uno; por otro lado el sistema con menos familias de insectos fue ST/AC con 5 familias.

El siguiente grafico muestra los valores de riqueza de familias acumulados para cada sistema de producción hábitat suelo. (Figura 8)



**Figura 9.** Riqueza de familias encontradas en cada uno de los sistemas estudiados para el hábitat suelo

Entre los tratamientos no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la riqueza de familias ( $H=4.41$ ,  $p>0.9$ ).

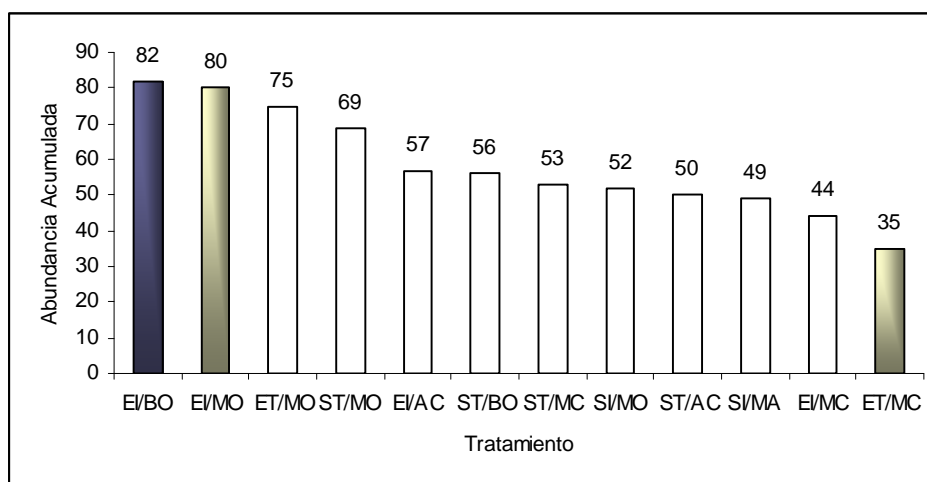
### 6.2.3 Influencia de los niveles de insumo sobre la riqueza de familias en las diferentes combinaciones de árboles.

Se encontró que no existe cambio significativo ( $p > 0.3$ ) de la riqueza de familia con respecto a los niveles de insumo (AC, MC, BO, MO) utilizados en los diferentes sistemas agroforestales, lo que podría señalar que esta fue influenciada por las combinaciones de árboles. (EI, ET, SI, ST)

### 6.2.4 Abundancia de insectos encontrados en el hábitat suelo.

En el suelo, el sistema que presentó los valores máximos de abundancia fue EI/BO, seguido de EI/MO y el que menos individuos presentó ET/MC fue con 35 individuos. (Figura 9)

No se encontraron diferencias significativas ( $H=17.02$ ,  $p = 0.1$ ) de los valores de abundancias entre los sistemas estudiados en el hábitat suelo



**Figura 10.** Valores acumulados de individuos para cada sistema estudiado del hábitat suelo.

### 6.2.5 Influencia de los niveles de insumo sobre la abundancia de insectos dentro de las combinaciones de árboles.

La abundancia de insectos PARECE no verse afectada por los diferentes niveles de insumo para cada una de las combinaciones de árboles, a excepción de ET, donde se pudo identificar que existe una variación significativa de la abundancia de individuos entre los dos niveles de insumo que para este existen.

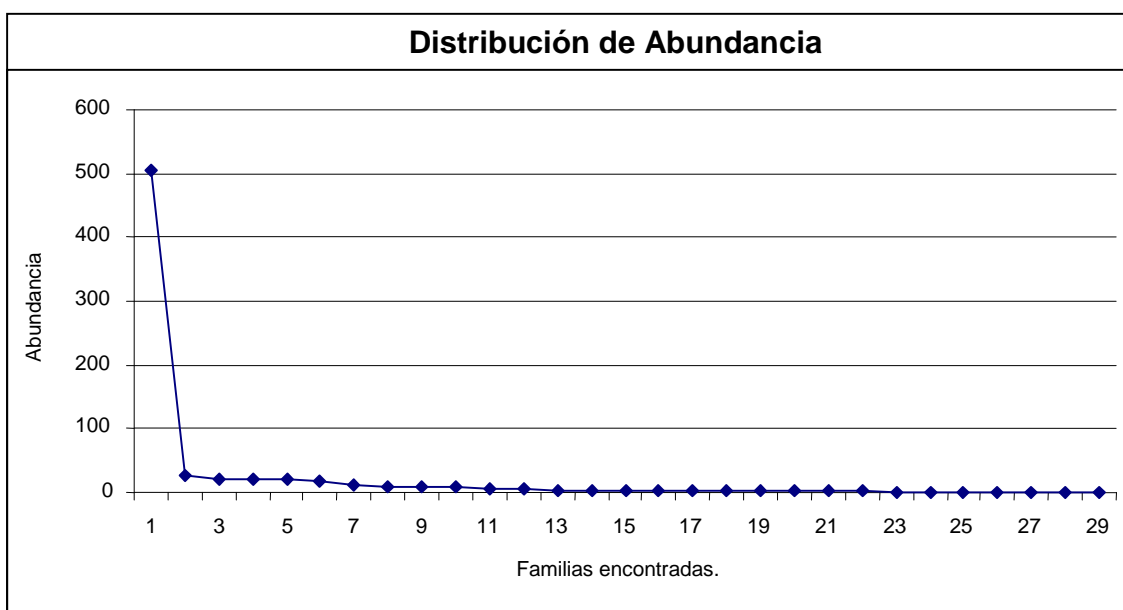
### 6.2.6 Familias más abundantes

La familia con la mayor cantidad de individuos fue la Formícidae con 504, el resto de familias estuvo representada por menos de 27 individuos y según Tansley & Chipp estas deben ser tratadas como especies raras. (Cuadro 8) Ver anexos.

<b>Categorías</b>	<b>Abundancia</b>
Muy abundante (80%)	<i>Formícidae</i>
Raras (20%)	<i>Passalidae</i>
Raras (20%)	<i>Scarabaeidae</i>
Raras (20%)	<i>Termitidae</i>
Raras (20%)	<i>Curculiónidae</i>
Raras (20%)	<i>Gryllidae</i>
Raras (20%)	<i>Cicadellidae</i>

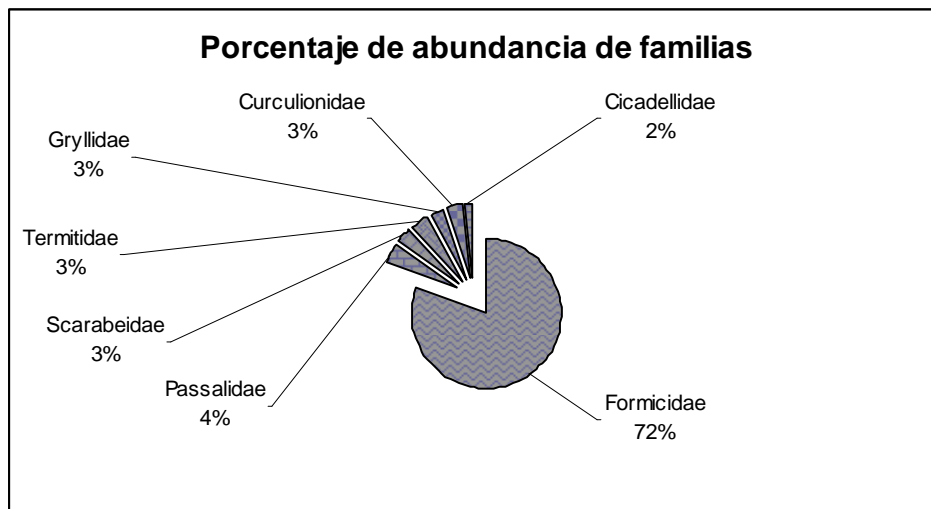
**Cuadro 9.** Distribución de familias por categorías para el hábitat suelo propuesto por Tansley & Chipp.

Al igual que para el hábitat árbol, es posible distinguir la tendencia a que la comunidad de insectos en el suelo este dominada por una familia, la Formícidae lo que sugiere un modelo ecológico de J invertida también, pero en este caso mas marcada, dado que es una la familia dominante. (Figura 10)



**Figura 11.** Distribución de abundancia de las familias encontradas en El hábitat suelo.

La familia *Formícidae* fue la más abundante, también se caracterizo por ser la única presente en los 12 sistemas, seguido de la *Passalidae*, que esta presente en 10 y la *Curculiónidae* que esta en 8. Aquí falta hacer la relación en porcentaje a como en las otra figura



**Figura 12.** Distribución de las familias en los sistemas estudiados en porcentaje.

Tomando en cuenta los porcentajes de familias con mayor frecuencia de aparición y número de individuos en todo el periodo de recuento (Febrero – Junio) hacemos referencia que dichas familias agrupan a insectos benéficos que actúan como controladores biológicos de plagas y degradantes de materia orgánica en descomposición. (Sáenz M et al 1990)

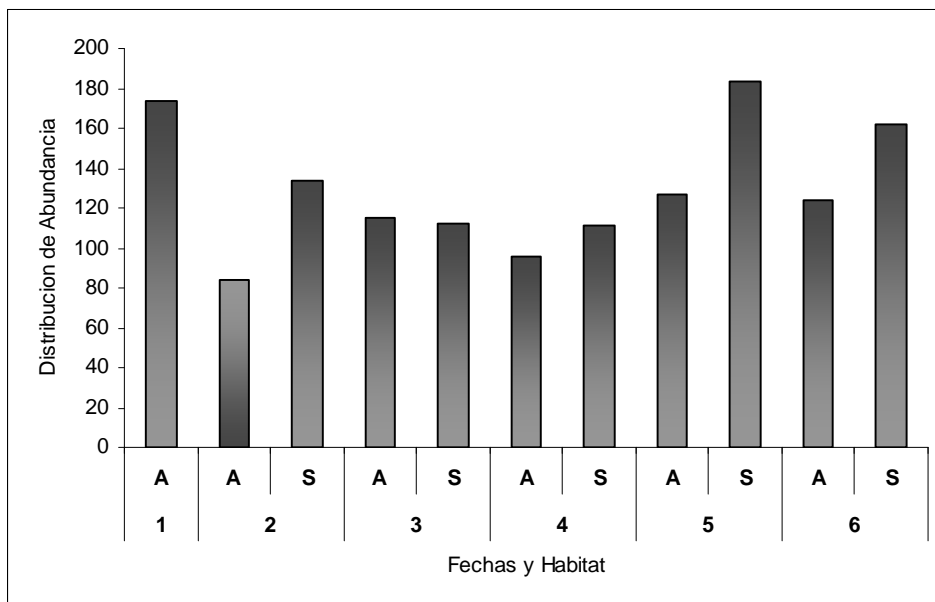
Entre los sistemas, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la abundancia de insectos, así como tampoco existen diferencias de riqueza de familias entre ellos.

### 6.3 Familias poco frecuentes

En la siguiente tabla se presentan las familias que fueron identificadas en este estudio únicamente en un tipo de sistema y con bajos valores de abundancia. A excepción de *Thripidae* en SI/MO y *Nymphalidae* en EI/MC que alcanzaron valores de abundancia de cuatro individuos cada uno, el resto de las familias ocurrieron una sola vez con un individuo únicamente, pero la ocurrencia en general de estas especies fue en una sola fecha. (Ver anexos).

#### 6.4 Variación de Abundancias entre las seis fechas de muestreo

Al parecer no es posible distinguir una tendencia a disminuir o aumentar la cantidad de insectos en las diferentes fechas muestreadas. Existen fluctuaciones de disminución y aumento a lo largo de los meses y esto puede asumirse que es debido a coincidencia con los ciclos de eclosión de nuevos insectos, es decir el ciclo biológico de los insectos. A pesar que esto ocurre en todos los sistemas, no se da al mismo tiempo ni con la misma intensidad. (Figura 12)



**A (árbol), S (suelo)**

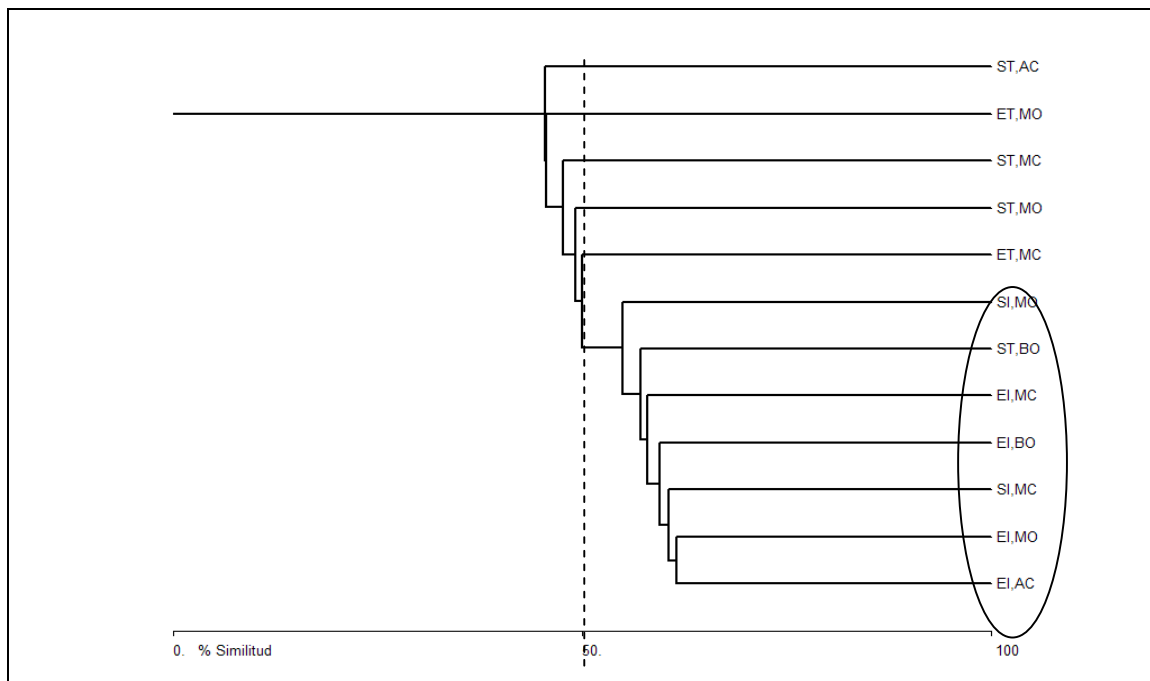
**Figura 13.** Comportamiento de la abundancia de individuos en las seis fechas muestreadas por hábitat

## 6.5 Análisis de Clasificación entre los Sistemas.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de clasificación utilizando el índice de BRAY CURTIS (1926) para identificar similitudes de composición y abundancia de especies entre los doce sistemas considerados, es posible señalar que existen claras diferencias entre ellos.

A pesar de ello es posible distinguir que entre los sistemas EI/AC, EI/MO, SI/MC, EI/BO, EI/MC, ST/BO y SI/MO existen las mayores similitudes y estas, son superiores al 50 %. Este agrupamiento parece sugerir, que la presencia de *Inga Vera* no solo determina cierta composición de especies, sino también sus correspondientes abundancias, ya que únicamente los sistemas que poseen inga forman este grupo.

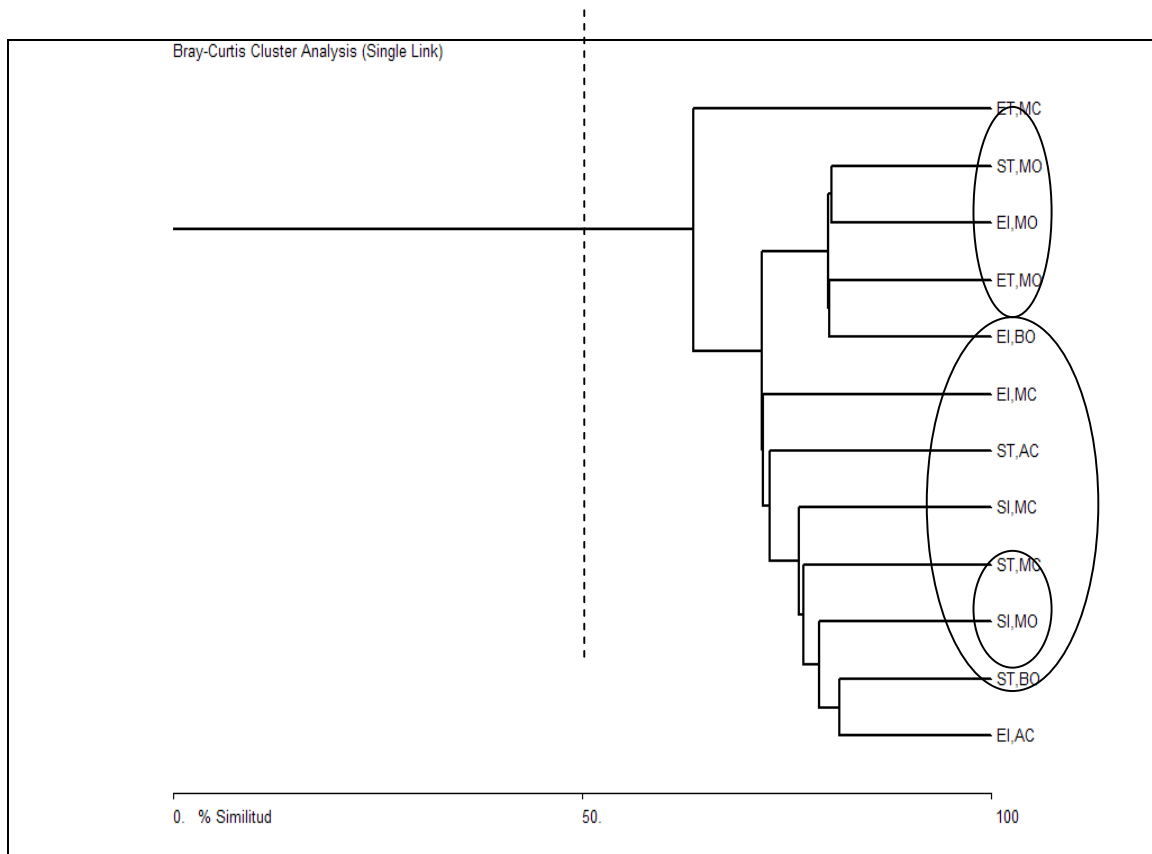
En el siguiente Dendrograma de similitud puede apreciarse la agrupación indicada anteriormente.



**Figura 14.** Dendrograma de similitud entre los sistemas estudiados para el hábitat árbol según el índice de Bray Curtis



En el suelo los sistemas son casi idénticos entre si de acuerdo a la composición y abundancia de insectos, ya que existen altos valores de similitud entre ellos según el índice de Bray Curtis.



**Figura 15.** Dendrograma de similitud entre los sistemas estudiados para el hábitat suelo según el índice de Bray Curtis

El dendrograma anterior muestra la formación de 2 grupos, cuyos integrantes de cada uno son los que presentan las mayores similitudes.

Dentro de los grupos es posible distinguir núcleos de agrupamientos:

En el grupo 1 formado por ST/MO, EI/MO, ET/MO y EI/BO cuyos 2 núcleos se presentan de la siguiente manera (ST/MO, EI/MO), (ET/MO y EI/BO).

En el grupo 2 formado por EI/MC, ST/AC, SI/MC, ST/MC, SI/MO, ST/BO y EI/AC es posible distinguir un núcleo que indica que entre ST/BO y EI/AC existen las mayores similitudes,

Por otro lado ET/MC aparece fuera de todas las agrupaciones, señalando grandes diferencias con respecto al resto de sistemas y estas basadas en abundancia y composición de insectos.

### **6.6 Comparación entre hábitat Árbol y hábitat Suelo.**

Del estudio de 1422 individuos se ha podido determinar la existencia de 78 familias de insectos en ambos hábitat estudiados.

A continuación se presenta una lista de las especies exclusivas de cada uno de los hábitat.

**Cuadro 10:** Lista de familias para el hábitat árbol especies únicas.

<b>No.</b>	<b>FAMILIAS</b>
1	Acanolidae
2	Agromycidae
3	Aleyródidae
4	Alydidae
5	Aphelíinidae
6	Aphídidae
7	Apidae
8	Arctiidae
9	Asilidae
10	Bombyliidae
11	Bréntidae

12	Brúchidae
13	Ceraphronidae
14	Cercópidae
15	Chrysopidae
16	Cléridae
17	Cóccidae
18	Coccinellidae
19	Chrysomélidae
20	Delphácidae
21	Evaníidae
22	Exoprosopa sp.
23	Gelechiidae
24	Halíctidae
25	Hyponomeutidae
26	Lampyridae
27	Lycidae
28	Lygaéidae
29	Margaródidae
30	Membrácidae
31	Mordellidae
32	Muscidae
33	Nymphalidae
34	Otitidae
35	Parasitoide- Hymenóptero
36	Pentatomidae
37	Phycitidae
38	Phyrrhocoridae
39	Pseudococcidae
40	Psychodidae

41	Pteromálidae
42	Sceliónidae
43	Tachinidae
44	Tephritidae
45	Thripidae
46	Tíngidae
47	Torymidae
48	Trichogrammátidae
49	Trips

**Cuadro 11.** Lista de familias para el hábitat suelo especies únicas

<b>No.</b>	<b>FAMILIAS</b>
1	Passalidae
2	Carabidae
3	Chrysomélidae
4	bethilydae
5	Berytidae
6	Gryllidae
7	Acrididae
8	Muscidae
9	Cecidomyiidae
10	Simuliidae

**Cuadro 12.** Lista de familias en común entre los dos hábitat estudiados

<b>No.</b>	<b>FAMILIAS</b>
1	Bracónidae
2	Chalcidae
3	Cicadellidae
4	Curculiónidae
5	Cydnidae
6	Drosopilidae
7	Elatéridae
8	Formícidae
9	Míridae
10	Nitidúlidae
11	Noctuidae
12	Reduviidae
13	Scarabaeidae
14	Scolytidae
15	Staphylínidae
16	Tenebrionidae
17	Termitidae
18	Tettigoniidae
19	Véspidae

La riqueza de especies no varía significativamente entre los hábitat, es decir que entre Árbol y Suelo no hay diferencias en cuanto a riqueza de especies.

En cuanto a la abundancia de insectos se encontró que esta varía significativamente ( $T= 4.84$ ,  $p < 0.0001$  entre ambos hábitat, siendo el suelo el que agrupa a la mayor cantidad de insectos.

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1 DIVERSIDAD DE ENTOMOFAUNA DE LOS ÁRBOLES (Hábitat Árbol).

En el plano mundial se ha documentado la presencia de los representantes de los siguientes diez ordenes: Collembola, Coleóptero, Díptera, Hemíptero, Homóptera, Hymenóptero, Isóptera, Lepidóptero, Saltatoria y Thysanóptero (Le Pelley 1968). Sin embargo en América Central no se han efectuado inventarios amplios y profundos sobre las especies de insectos presentes en el agro ecosistema cafetalero, ya que se han enfatizado en aquellas especies que actúan como plagas primarias y secundarias entre lo que destacan especies de Coleópteros, Lepidóptero, Díptera, y varias Homóptera (Álvarez I 1998).

En este estudio fue posible identificar en el estrato 67 familias distribuidas en 10 ordenes entomológicos: Coleóptero (302 indiv.), Hymenóptero (120 indiv.), Homóptera (117 indiv.), Hemíptero (70 indiv.), Díptera (23 indiv.), Lepidóptero (24 indiv.), Orthóptera (5 indiv.), Isóptera (29 indiv.), Neuróptera (11 indiv.) y Thysanóptera (19 indiv.) de una población total encontrada de 720 individuos. No obstante el agro ecosistema cafetalero normalmente incluye especies de árboles utilizados como sombra cuya entomofauna es poco o nada conocida como lo revela la escasez o ausencia de información pertinente en textos agroforestales (OTS-CATIE 1986) y reuniones técnicas (Beer J 1987, Wesley y Powel 1993).

Según Suárez 1998 localizó que en un sistema agroforestal de café se encontró que en el estrato sombra habían insectos del orden Díptera el cual presento mas individuos con 1,540 teniendo las familias mas representativas, seguido por el orden Coleóptero con 1029 individuos , el orden Homóptera con 354 individuos y el orden Himenóptero con 279 individuos.

En estudios realizados por Perfecto et al 1996 fueron encontrados solo en *Erythrina poepigiana* 30 especies de hormigas, 103 especies de otras Himenópteras, 126 especies de escarabajos y un segundo árbol produjo 27 especies de hormigas, 61 especies de otros Himenópteras y 110 especies de escarabajos

Con relación a la riqueza de familias encontradas se determino que el tratamiento que presento los valores mas altos de riqueza fue el medio orgánico (MO) con sombra mixta de *Simarouba Glauca e Inga Vera* (SG/IV) con un total de 27 familias y a su vez los tratamientos mas bajo fue el medio convencional con sombra mixta de *Simarouba Glauca* y *Tabebuia rosea* con 12 familias.

Cabe mencionar que existe alguna relación entre la presencia de *Inga vera* y el medio orgánico ya que los valores más altos de riqueza fueron obtenidos en diferentes sistemas donde estuvieron presentes. De igual manera se encontraron familias de individuos de importancia tanto benéficas (*Carabeidae*, *Véspidae*, *Bethilydae*, *Chalcidae*, *Bracónidae*, *Staphilidae*, *Parasitoidea*, *Míridae*) como fitófagos (*Formícidae*, *Cydnidae*, *Reduviidae*, *Míridae* etc.).

En estudios realizados por Suárez et al 1998 encontraron que los árboles de sombra (*Inga sp*, *Simarouba glauca*, *Picus spp*, *Gliricidia sepium*, *Clusi rosea*) presentes en agro ecosistemas cafetaleros sirven de hospedero de insectos tanto benéficos como plagas en el cafetal.

Es importante señalar que gran parte de los individuos de las familias encontradas en el follaje de los árboles de sombra también fueron vistos en follaje de los árboles de cafeto (*Carabeidae*, *Thripidae*) lo que induce a pensar que estos árboles también desempeñan funciones importantes en el ciclo biológico de algunas etapas de muchas especies de insectos. Arguedas et al 1997 encontraron en *Laurel a Aethalion sp.* y en *Poro a Oncometopia spp.* , *Sibovia spp.* , *Scaphynotopios sp.* A la vez a estas mismas especies en árboles de café. Un



estudio realizado por Álvarez I 1998 se encontró Homópteros móviles del sub. Orden *Anchenorrhyncha* tanto en café como en árboles.

El hecho que hayan familias de individuos comunes entre ambos componentes dentro el agro ecosistemas es posible que existan interacciones positivas entre estos, donde los árboles de sombra albergan especies que parasitan y depredan a insectos dañinos presentes en el café.

## **7.2 FACTORES AMBIENTALES.**

Con respecto a la riqueza de familias encontradas en las localidades donde se llevo a cabo el estudio (Campos azules, Mamón, Níspero) no se encontró diferencias significativas para dichas localidades, todo lo contrario sucedió a evaluar la abundancia en dichas localidades encontrándose diferencia significativas ( $H=7$ ,  $p>0.02$ ) en una de ellas (Campos azules) con respecto a las restantes (Níspero y Mamón). Y esto se puede asumir que algunas condiciones climáticas de la zona (humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar) y arreglo del sistema (edad del plantío, dosel de los árboles) contribuyeron a una reducción considerable en la abundancia de insectos en determinada localidad que según las pruebas postriori es significativamente diferente.

De manera general parece ser que en algún momento determinado los periodos de lluvias favorecieron el aumento de individuos de las poblaciones de insectos encontrados ya que las fechas donde se encontraron mayor número de individuos (03/05/04 y 26/06/04) fueron precedidas por precipitación. Durante todo el periodo de muestreo se observo que no hay un patrón definido en cuanto a fluctuaciones de poblaciones, es posible que se deba al corto periodo de muestreo e intervalos de muestreo.

### 7.3 HABITAD SUELO

En dicho estudio fue posible identificar 29 familias distribuidas en 8 órdenes entomológicos (Himenóptero 517 individuos, Coleóptero 108 individuos, Hemíptero 12 individuos, Díptera 4 individuos, Orthóptero 5 individuos, Isóptera 22 individuos, Homóptera 13 individuos, y Lepidóptero 2 individuos.) de una población total muestreada de 702 individuos lo que se considera de igual manera pueden asociarse a los 12 tratamientos evaluados en el estudio. En un estudio realizado por Suárez D et al 1998 encontró que en el estrato suelo predominó el orden Coleóptero con 113 indiv, seguido el orden Díptera con 62 indiv, el orden Homóptera con 9 indiv, y ordenes tales como Orthóptero, *Blatodea*, Hemíptero Neuróptero y Dermaptera con 154 indiv.

En el suelo el sistema que presentó los valores más altos en riqueza de familia fue el bajo orgánico con sombra mixta de *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* con 13 familias y el sistema con menos familias de insectos fue el alto convencional con *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* con 5 familias, tal parece que la riqueza estuvo influenciada por el tipo de insumo utilizado en el tratamiento y no por la combinación de árboles, de igual forma no se encontró diferencias significativas en las familias encontradas ( $H= 4.41$ ,  $p > 0.09$ )

Suárez et al 1998 encontró que el estrato suelo presentó la diversidad y riqueza de especies más alta en relación a la sombra y follaje del sistema agroforestal en el que se evaluó el estudio es posible que esto se deba a la presencia de varias especies de malezas presentes en el sistema. Según Hidalgo y Carballo 1991 la cantidad y tipo de insectos que colonizan los cultivos son influidos por la proximidad de algunas malezas ya que estas son muy importantes para su biología al suministrar el néctar para su longevidad y fecundidad normal.

Es posible distinguir la tendencia a que la comunidad de insectos en el suelo este dominada por una familia, la *Formicidae* lo que sugiere un modelo ecológico de J invertida, pero en este caso mas marcada, dado que es una la familia dominante. Entre los sistemas, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la abundancia de insectos, así como tampoco existen diferencias de riqueza de familias entre ellos. Un estudio realizado por Barbera, N 2001 sobre hormigas presentes en agro ecosistemas de café se constato que las curvas de abundancia en general mostraron un patrón análogo en todos los sistema y hábitat, con la forma de una J invertida, la cual indico que unas pocas especies de hormigas fueron muy abundantes (dominantes), otras ocuparon una posición intermedia y la mayoría estuvo representada con pocos individuos. En las parcelas experimentales (levemente orgánico, medianamente orgánico, medianamente convencional y convencional) las cantidades de hormigas fueron mayores en el suelo y el follaje de *Erithrina poepigiana* que en los árboles de café.

Aunque se supone que las hormigas no son eficientes como agentes de control biológico de plagas, algunas evidencias demuestran que puede serlo (Perfecto y Castiñeiras 1998). Desde el punto de vista aplicado es necesario conocer la funcionalidad de las hormigas en los agro ecosistemas cafetaleros y sobre todo, de las especies que podrían actuar como agente de control biológico, para si establecer recomendaciones acerca de su conservación o su incremento (Vandermeer J et al 2002).

#### **7.4 ESTABILIDAD DEL AGRO ECOSISTEMA**

La estabilidad de un sistema se refiere a su capacidad para recuperarse de perturbaciones, lo que en el campo de la ecología de poblaciones equivale a la ausencia de grandes fluctuaciones en el largo plazo. Por muchos años se considero que la estabilidad de un sistema aumenta conforme lo hace su diversidad de especies, pero esta aseveración ha sido seriamente cuestionada y

actualmente se reconoce que son factores que pueden o no estar Inter.-relacionados (Krebs 1989).

Por el hecho que el censo manual tiene el mayor índice de abundancia con respecto al hábitat suelo, no se puede concluir que este sistema es el más estable puesto que no se conocen con gran exactitud las relaciones inter e intra específicas de todas las especies de las familias ahí encontradas., tampoco se puede decir que hay una estabilidad de especies porque no se sabe que si están presentes en el ecosistema pasando por todas las etapas de su desarrollo o simplemente están de paso dicho agro ecosistema.

## VIII. CONCLUSIONES.

### 8.1 En los árboles de sombra

1. La diversidad de familias de insectos registrada fue alta, ya que se identificaron 67 familias pertenecientes a 10 órdenes con un total de 720 individuos.
2. La familia de insectos más abundante fue Curculionidae con 106 individuos. Así mismo, las dos familias de insectos presentes en todos los tratamientos fueron Coccinellidae y Formícidae.
3. La riqueza de familias de insectos fue distinta entre las combinaciones de árboles de sombra, siendo el tratamiento **S/MO** (Simarouba/Inga con uso medio de insumos orgánicos) el que registró el mayor número de familias con un total de 27. En tanto, la abundancia de insectos fue similar entre los tratamientos. En todos los tratamientos, la riqueza y abundancia de insectos se vio influenciado por la presencia de la especie de sombra Inga vera.
4. La aplicación de diferentes niveles de insumos en los 12 tratamientos no mostraron efectos sobre las poblaciones de familias de insectos, lo que sugiere que en las fincas cafetaleras manejadas de forma convencional y orgánica las poblaciones de insectos tienden a ser similares.

### 8.2 A nivel del suelo

1. La diversidad de familias de insectos registrada fue baja, ya que se identificaron 29 familias pertenecientes a 8 órdenes con un total de 702 individuos.

2. La familia de insecto más abundante y la única registrada en los 12 tratamientos fue Formicidae con 504 individuos.
3. La riqueza y abundancia de familias de insectos fue similar entre los tratamientos. No obstante, el tratamiento que registró los valores más altos de riqueza de familias fue ST/BO con 13 y los tratamientos con mayor número de individuos fueron EI/BO y EI/MO.

### **8.3 Entre árboles y suelo**

1. La diversidad de familias de insectos registrada en los dos hábitat fue similar.
2. En cuanto a la abundancia de insectos se encontró que esta varía significativamente ( $T= 4.84$ ,  $p < 0.0001$  entre ambos hábitat, siendo el hábitat árbol el que agrupa a la mayor cantidad de insectos).

### **8.4 A nivel de las localidades (3)**

1. La riqueza de familias de insectos fue similar entre las localidades de estudio, sin embargo, la abundancia de insectos fue mayor en las localidades de Jardín Botánico (Mamón y el Níspero) con un total de 59 individuos para cada una.

## **IX. RECOMENDACIONES.**

- 1.** Realizar un estudio en las estaciones seca y lluviosa para valorar el registro de insectos presente en el sistema agroforestal
- 2.** Priorizar la utilización de especies de árbol de sombra inga vera para favorecer la presencia de insectos benéficos en el sistema agroforestal.
- 3.** Realizar un estudio a nivel de identificación de especie que determine la relación de insectos considerados benéficos y plagas presentes en el sistema.

## **X. BIBLIOGRAFIA**



## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Álvarez, Rojas I, 1998. Influencia del componente arbóreo sobre la interacción de homópteros y sus parasitoites en cafetales. CATIE Turrialba, Costa Rica. 18 pag.
- Aguilar Amilcar. Beer John, Vaast Philippe, Jimenez F., Staver Ch. Kleinn C. 2001. Evaluación de sistemas agroforestales con café asociados con eucaliptos deglupta o terminalia ivorensis e implicaciones metodologicas. Tesis Msc. Agroforesteria en las Américas vol.8 no.30 Pág. 28-31
- ANACAFE 1995. Manual de Caficultura para el pequeño caficultor... Agroforesteria de las América Vol. 4 No. 13.Pág.25. Café con Sombra.- CATIE. Guatemala
- ANACAFE 199, Manual de Caficultura Orgánica, Guatemala, 159 Pág.
- AGROINRA sector Café, 1980, Libro practico para cultivar café, Managua Nicaragua 203 pag.
- Altieri M ;Nicholls I C 2001.. Manipulando la Biodiversidad Vegetal para Incrementar el Control Biológico de Insectos Plaga en Agro ecosistema. Biología y Desarrollo Departamento de Control Biológico Universidad de Berkeley. California
- Angrad J, Vaast P, Beer J, Benjamín T 2002 Comportamiento Vegetativo y Productivo de coffea arabica a pleno sol y en tres sistemas agroforestales en condiciones suboptimas en Costa Rica. Agroforesteria en las Américas, Nº 41-42, 2004; Pág.77.

- Alegría Z, Vargas A 1993. propiedades y usos de 100 maderas Nicaragüenses, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y el Ambiente; primera edición, 1993. 175 Pág.
- Arguedas, M; Hilje, L. Chaverri P., Quiroz L., Araya C., Scorza, F. 1997. Catálogos de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. 2da edición Instituto tecnológico de Costa Rica 66 Pág.
- Benavides M; Romero S, 2004 Efectos de diferentes niveles de insumo y tipos de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas de cultivo de café (coffea arabica L.) Tesis, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Masatepe, Nicaragua 2003-2004. 54 Pág.
- BROWER J., M. ZAR & C. VON ENDE. 1998. Field and Laboratory Methods for General Ecology. McGraw Hill. USA. 190 p.
- Beer J. 1987 Advantages disadvantages and desirable characteristic of shade trees for coffee. Cacao and tea. Agroforestry Systems 5. 3-13
- Beer John 1997. Jefe del Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales y de la Coordinación Agroforestal/CATIE, Agroforesteria en las América. Vol. 4 no. 13, Pág.4;
- Barbera N, 2001.Diversidad de Hormigas en sistemas agroforestales de café contrastantes en Turrialba, Costa Rica. ; Tesis M.Sc, CATIE. Turrialba, Costa Rica. Agroforesteria en las Américas vol. 9,no 35-36, 2002 Pág.75
- Calero C, 1993. Manejo y Evaluación de Sistemas Agroforestales. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

- Chao A, L C, Robert K. Colwell & Tsung- Jen Shen, 2004. Un Nuevo Método Estadístico para la Evaluación de la Similitud en la Composición de las especies con Datos de Incidencias y Abundancias. Ecology letters, 148-159.
- Guharay F. Monterroso D, Staver Ch. 2001. El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales en América Central. Foro Agroforestal, programa regional MIP-AF (NORAD), CATIE. Managua – Nicaragua. Agroforesteria en la Américas vol. 8 no 29 Pág. 22-29.
- Guharay F. 2001. ¿Como manejar las plagas y enfermedades en cafetales con sombra? Managua – Nicaragua. Agroforesteria en las Américas vol. 8 no 29, Pág.33-37
- Guharay F, Monterrey J, Monterroso D, Staver Ch, Managua, 2000, Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de Café. CATIE Nicaragua, serie técnica, manual técnico No. 44 Pág. 18-21.
- GRAPHPAD SOFTWARE, Instat guide to choosing and interpreting statistical tests , 1998, GraphPad Software, Inc., San Diego California USA, [www.graphpad.com](http://www.graphpad.com)"
- Geilfus F. 1989. El árbol al servicio del agricultor: Manual de agroforesteria para el desarrollo rural: Santo Domingo, Do. ENDA-CARIBE Y CATIE, vol. 1 principio y técnicas.
- García J, 2003. Comparación de la Captura de Himenóptero (Insecta) mediante cuatro métodos de muestreo en los cerros Yavi y Yutajé del Pantepui Venezolano. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Núcleo Maracay.

- Hernández, G. 1997 Rendimiento de café (*coffea arabica* cv Caturra), producción de madera (*cordia alliodora*) y análisis financiero de plantaciones con diferentes densidades de sombra en Costa Rica. *Agroforesteria en las Américas*. Vol.4, no 13.Pág.8.
- Haggard J 2001. *Agroforesteria en las Américas*. Programa CATIE MIP / AF NORAD. Managua, Nicaragua vol. 8 num. 29.
- Haggard J. P., Schibli C. Staver C. 2001. ¿Cómo manejar árboles en cafetales? Investigadores proyecto CATIE –MIP-NORAD-AF, Nicaragua. *Agroforesteria en las Américas*. Vol.8 no 29 Pág.37-41
- Instituto Nicaragüense Tecnología Agropecuaria (INTA), 1977. *El Manejo de las Plantaciones de Café*, Managua Nicaragua, 200 Pág.
- Instituto del Café en Costa Rica (ICAFFE) 1999; *Memorias IV Seminario de Resultados y Avances de Investigación 1998/* Ing. Luís Zamora Q.; Lic. Arnoldo López Echandi, Proc. Ing. Guillermo Lanet Brenes, Mba Sergio Rojas Jenkins San José Costa Rica (ICAFFE).
- Jiménez F, Muschler R, Kopsell E, eds 2001. *Funciones y Aplicaciones de Sistemas Agroforestales*. Turrialba Costa Rica proyecto CATIE/GTZ, serie No. 46, 187 Pág.
- Krebs, Ch 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publishers New York, Pág. 654.
- Lie P, 1968. *Pests of coffee*. London, Longmans Green. 590 Pág.

- Muschler R. 2000. Árboles en Cafetales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Proyecto-Agroforestal CATIE/GTZ, 139 Pág.; 27 cm - (Materiales de Enseñanza/CATIE; no. 45) Turrialba, Costa Rica.
- Montenegro J, Ramírez G, Metzler H. 1997. Evaluación del establecimiento inicial de seis especies maderables asociadas al café. . Agroforesteria de las Américas vol. 4 no 13. Pág.14-20
- Marena - Inafor-Magfor 2002.Guía de Especies Forestales de Nicaragua, primera edición, Managua; Nicaragua, Julio. 316 Pág.
- Organización para estudios Tropicales (OTS), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1986. Sistemas Agroforestales Principio y Aplicaciones en los Trópicos, San José, Costa Rica ,816 Pág.
- Pérez C., Ruiz C, Reyes F, Rojas J, Calero C. 2005. Potencial de plantaciones y fijación de carbono colección Magfor- Profor tomo 2. primera edición, 178 Pág.
- Pérez I Marlon; Quezada J 2003. Cuantificación del Carbono Almacenado en suelo del café (coffea arabica) con sombra en la Hacienda Santa Maura, Jinotega, Nicaragua, Managua. Trabajo de Diploma Facultad de recursos Naturales y del Ambiente.
- Pertega S, Fernández P 2007. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. Centro de Salud de Cambre ( Coruña)
- Perfecto I. Vandermeer, J. 1996. Microclimatic changes and the indirect lost of ant diversity in a tropical agroecosistem. Oncología. 108: 557-583.

- Perfecto, I, Castiñeiras A. 1998. Deployment of the predaceous ants their conservation in agroecosystems. In Barbosa. P. ed. Conservation biological control. New York Academia Press. Pág. 269-289.
- Romero L. 2002. Apuntes sobre enfermedades forestales. Managua-Nicaragua
- Somarriba E. 1997. Profesor, Investigador. CATIE. Turrialba, Costa Rica. ¿Se Puede Aprovechar Árboles Maderables de Sombra Sin Dañar al Café? Agroforesteria en las Américas. Vol.4 no 13. Pág.28-29
- Staver, Ch. 1995. Una caficultura postmoderna en: curso cortó sobre implementación MIP en café. CATIE Nicaragua. Pág. 1-16
- Sáenz. M; De la Llana A 1990. Entomología Sistemática. Basado en el manual de laboratorio de Jame B. Jonson, University of Idaho Moscow, Idaho, Estados Unidos. Managua, Nicaragua. 214 pág.
- Suárez P; Damaris A.; Montenegro; M. Mónica 1998. Diversidad de insectos en café bajo sombra con cinco sistemas de control de maleza Jardín botánico. CATIE Masatepe, Nicaragua.
- Vivas E; Ramírez Hurtado 2004. Cuantificación de Almacenamiento de Carbono en Sistemas Agroforestales de Café (*coffea arabica*) con sombra en la hacienda Santa Maura, Jinotega, Nicaragua; Trabajo de Diploma, Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. , 54 Pág.
- Vandermeer J., Perfecto I., Ibarra Núñez. G. Phillpot, S. García Ballinas., A. 2002. Ants (*Azteca* sp.) potencial biological control agents in shade coffee production en Chiapas, Mexico. *Agroforestry System* 56(3): 271-276.

- TANSLEY, A.G. & T.F. CHIPP. 1926. Aims and methods in the study of vegetation. Br. Emp. Veg. Comm., Whitefriars Press, London. 383 pág.
- Westley, S.B; Powel, M H (Eds) 1993. Eritrina in the new and old Worlds. Nitrogen fixing tree association. Hawaii. 358 Pág.

## **XI. LISTA DE ANEXOS.**



## **Anexos 1.** Codificación de árboles seleccionados. (Muestreo Manual)

Cada árbol fue codificado con cinta biodegradable, con cinco dígitos en el siguiente orden:

2 3 1 2 1
-----------

- El primer número representa la réplica a la que pertenecía la muestra.
- Segundo número era el nivel del insumo presente en la parcela de acuerdo a la variable 1.
- Tercer número representaba la combinación de árboles de acuerdo a la variable 2.
- Cuarto número era la especie de árbol específico de acuerdo a variable 3.
- El quinto número representaba el número del árbol seleccionado dentro de la sub. parcela.

### Variable 1.

Niveles de insumos.

1. Medio Orgánico.
2. Bajo Orgánico.
3. Medio Convencional.
4. Alto Convencional.

Variable 2.

Combinación de Sombra.

1. Simarouba glauca + Inga spp.
2. Enterolobium cyclocarpum + Tabebuia rosea.
3. Enterolobium cyclocarpum + Inga spp.
4. Tabebuia rosea + Simarouba glauca.

Variable 3.

1. Simarouba glauca.
1. Enterolobium cyclocarpum.
2. Tabebuia rosea.
3. Inga spp.

**Anexo 2.** Lista de las familias y sus respectivos ordenes encontrados en el estudio.

No.	Orden	Familia
1	Coleóptero	Chrysomélidae
2	Coleóptero	Scolytidae
3	Coleóptero	Curculiónidae
4	Coleóptero	Coccinélidae
5	Coleóptero	Elatéridae
6	Coleóptero	Brúchidae
7	Coleóptero	Scarabaeidae
8	Coleóptero	Tenebriómidae
9	Coleóptero	Lampyridae

10	Coleóptera	Bréntidae
11	Coleóptera	Mordéllidae
12	Coleóptera	Cléridae
13	Coleóptera	Nitidúlidae
14	Coleóptera	Staphylínidae
15	Coleóptera	Lycidae
16	Himenóptera	Formícidae
17	Himenóptera	Torymidae
18	Himenóptera	Aphelínidae
19	Himenóptera	Trichogrammátidae
20	Himenóptera	Véspidae
21	Himenóptera	Chalcididae
22	Himenóptera	Apidae
23	Himenóptera	Evaníidae
24	Himenóptera	Ceraphronidae
25	Himenóptera	Halíctidae
26	Himenóptera	Sceliónidae
27	Himenóptera	Pteromálidae
28	Himenóptera	Bracónidae
29	Himenóptera	Encyrtidae
30	Homóptera	Cicádidae
31	Homóptera	Acanolidae
32	Homóptera	Cercópidae
33	Homóptera	Aleyródidae
34	Homóptera	Membrácidae
35	Homóptera	Delphácidae
36	Homóptera	Cóccidae
37	Homóptera	Pseudocóccidae
38	Homóptera	Margaródidae
39	Hemíptera	Míridae

40	Hemíptera	Pentatómide
41	Hemíptera	Tíngidae
42	Hemíptera	Reduviidae
43	Hemíptera	Pyrrhocoridae
44	Hemíptera	Cydnidae
45	Hemíptera	Lygaeidae
46	Hemíptera	Alydidae
47	Díptera	Drosophilidae
48	Díptera	Agromycidae
49	Díptera	Tachinidae
50	Díptera	Otitidae
51	Díptera	Tephritidae
52	Díptera	Muscidae
53	Díptera	Asilidae
54	Díptera	Bombyliidae
55	Díptera	Exoprosopa sp.
56	Díptera	Psychodidae
57	Isóptera	Termitidae
58	Lepidóptera	Noctuidae
59	Lepidóptera	Hyponomeutidae
60	Lepidóptera	Phycitidae
61	Lepidóptera	Arctiidae
62	Lepidóptera	Nymphalidae
63	Lepidóptera	Gelechiidae
64	Orthóptera	Tettigoniidae
65	Thysanóptera	Thripidae
66	Thysanóptera	Trips sp.
67	Neuróptera	Chrysopidae

**Anexo 3.** Familias encontradas y sus correspondientes valores y categorías de abundancia según Tansley & Chipp.

<b>Familia</b>	<b>Valor de Abundancia</b>	<b>Categoría de Abundancia</b>
Curculiónidae	106	Muy abundante
Coccinellidae	87	Abundantes
Formícidae	74	Abundantes
Chrysomélidae	62	Poco abundante
Míridae	51	Poco abundante
Acanolidae	42	Escasas
Termitidae	29	Escasas
Cóccidae	20	Rara
Aleyródidae	17	Rara
Thripidae	15	Rara
Cicadellidae	12	Rara
Noctuidae	12	Rara
Staphylínidae	12	Rara
Chrysopidae	11	Rara
Bracónidae	10	Rara
Elatéridae	9	Rara
Parsitiode	9	Rara
Delphácidae	8	Rara
Trichipidae	7	Rara
Véspidae	7	Rara
Pentatomidae	6	Rara
Torymidae	6	Rara
Pseudocóccidae	5	Rara
Scarabaeidae	5	Rara

<b>Familia</b>	<b>Valor de Abundancia</b>	<b>Categoría de Abundancia</b>
Scolytidae	5	Rara
Tettigoniidae	5	Rara
Agromycidae	4	Rara
Aphelíinidae	4	Rara
Lampyridae	4	Rara
Nymphalidae	4	Rara
Phycitidae	4	Rara
Tachinidae	4	Rara
Trips	4	Rara
Drosophilidae	3	Rara
Lygaéidae	3	Rara
Margarodidae	3	Rara
Phyrrhocoridae	3	Rara
Sceliónidae	3	Rara
Alydidae	2	Rara
Apidae	2	Rara
Bréntidae	2	Rara
Brúchidae	2	Rara
Chalcidae	2	Rara
Cléridae	2	Rara
Exoprosopa sp.	2	Rara
Membrácidae	2	Rara
Mordellidae	2	Rara
Otitidae	2	Rara
Reduvíidae	2	Rara
Tenebrionidae	2	Rara
Tephritidae	2	Rara
Tíngidae	2	Rara

<b>Familia</b>	<b>Valor de Abundancia</b>	<b>Categoría de Abundancia</b>
Apidae	1	Rara
Arctiidae	1	Rara
Asilidae	1	Rara
Bombyliidae	1	Rara
Ceraphronidae	1	Rara
Cercópidae	1	Rara
Cydnidae	1	Rara
Evaníidae	1	Rara
Gelechiidae	1	Rara
Halíctidae	1	Rara
Hyponomeutidae	1	Rara
Lycidae	1	Rara
Muscidae	1	Rara
Nitidúlidae	1	Rara
Psychodidae	1	Rara
Pteromálidae	1	Rara
Véspidae	1	Rara

**Anexo 4.** Distribución de las familias en los sistemas estudiados hábitat árbol

<b>FAMILIAS</b>	<b>EI, AC</b>	<b>EI, BO</b>	<b>EI, MC</b>	<b>EI, MO</b>	<b>ET, MC</b>	<b>ET, MO</b>	<b>SI, MC</b>	<b>SI, MO</b>	<b>ST, AC</b>	<b>ST, BO</b>	<b>ST, MC</b>	<b>ST, MO</b>	<b>S. U</b>	<b>N. S</b>
<i>Coccinellidae</i>	10	20	6	11	2	3	15	6	1	1	10	2	87	12
<i>Formícidae</i>	9	7	4	4	10	11	5	5	4	8	1	6	74	12
<i>Curculiónidae</i>	8	8	21	8		2	21	17	2	7	5	7	10 6	11
<i>Chrysomélidae</i>	5	8	14	5	1		7	5	8	1	4	4	62	11
<i>Míridae</i>		4	1	11	9	12		3		6	5		51	8
<i>Acanolidae</i>	8	7		4	9	5	1	4		4			42	8
<i>Cicadellidae</i>	1	1	1		2	2		3		1	1		12	8
<i>Staphylínidae</i>	1		4	1		3	1			1		1	12	7
<i>Elatéridae</i>	1	1	1	2	1				1			2	9	7
<i>Termitidae</i>		4		4			2	17	1			1	29	6
<i>Chrysopidae</i>	1	4			1		2	2			1		11	6
<i>Thripidae</i>				1		1	1	9	3				15	5
<i>noctuidae</i>	1	1		2	2	6							12	5
<i>Scarabaeidae</i>	1			1		1			1			1	5	5
<i>Cóccidae</i>			2		1			10	7				20	4
<i>Parasitoide</i>	1		4	1				3					9	4
<i>Delphácidae</i>	1			1					1	5			8	4
<i>Trichipidae</i>	1				1					4	1		7	4
<i>Pentatomidae</i>		1			2	2	1						6	4
<i>agromycidae</i>			1			1	1	1					4	4
<i>Bracónidae</i>		3						6			1		10	3
<i>Véspidae</i>	1					3		3					7	3
<i>Torymidae</i>		3		1				2					6	3
<i>Pseudocóccidae</i>						1					1	3	5	3
<i>Scolytidae</i>			1	3						1			5	3
<i>Aphelíinidae</i>	1							1		2			4	3
<i>Lampyridae</i>		1			1	2							4	3
<i>Phycitidae</i>							2		1			1	4	3
<i>Drosopilidae</i>			1				1	1					3	3
<i>Phyrrhocoridae</i>	1					1				1			3	3
<i>Sceliónidae.</i>				1							1	1	3	3
<i>Tettigoniidae</i>	2									3			5	2
<i>Tachinidae</i>									2	2			4	2



<i>Lygaéidae</i>								2	1			3	2
<i>Margarodidae</i>				2			1					3	2
<i>Alydidae</i>	1		1									2	2
<i>Apidae</i>		1						1				2	2
<i>Bréntidae</i>	1		1									2	2
<i>Brúchidae</i>				1			1					2	2
<i>Chalcidae</i>							1	1				2	2
<i>Cléridae</i>							1				1	2	2
<i>Membrácidae</i>		1	1									2	2
<i>Mordellidae</i>			1				1					2	2
<i>Otitidae</i>				1			1					2	2
<i>Reduvíidae</i>	1		1									2	2
<i>Tenebrionidae</i>					1			1				2	2
<i>Tephritidae</i>			1					1				2	2
<i>Aleyródidae</i>					17							17	1
<i>Nymphalidae</i>			4									4	1
<i>Trips</i>								4				4	1
<i>exoprosopa sp.</i>				2								2	1
<i>Tíngidae</i>				2								2	1
<i>Aphidiidae</i>					1							1	1
<i>Arctiidae</i>									1			1	1
<i>Asilidae</i>								1				1	1
<i>Bombyliidae</i>									1			1	1
<i>Ceraphoronidae</i>							1					1	1
<i>Cercópidae</i>					1							1	1
<i>Cydnidae</i>		1										1	1
<i>Evaníidae</i>										1		1	1
<i>Gelechiidae-</i>				1								1	1
<i>Halíctidae</i>	1											1	1
<i>Hyponomeutidae</i>	1											1	1
<i>Lycidae</i>		1										1	1
<i>Muscidae</i>											1	1	1
<i>Nitidúlidae</i>								1				1	1
<i>Psychodidae</i>	1											1	1
<i>Pteromálidae</i>									1			1	1
<i>Véspidae</i>								1				1	1

**S.U:** Suma de Abundancias; **N.S:** Número de Sistemas.

**Anexos 5.** Familias encontradas y sus correspondientes valores y categorías de abundancia para el hábitat suelo según Tansley & Chipp.

<b>FAMILIAS</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Categoría</b>	<b>No. de Sistemas Presente</b>
<i>Formícidae</i>	504	Muy Abundante	12
<i>Passalidae</i>	27	Rara	10
<i>Scarabaeidae</i>	22	Rara	7
<i>Termitidae</i>	22	Rara	7
<i>Curculiónidae</i>	20	Rara	8
<i>Gryllidae</i>	18	Rara	6
<i>Cicadellidae</i>	13	Rara	6
<i>Tenebrionidae</i>	10	Rara	3
<i>Nitidúlidae</i>	9	Rara	3
<i>Cydnidae</i>	8	Rara	3
<i>Véspidae</i>	7	Rara	2
<i>Elatéridae</i>	6	Rara	2
<i>Chrysomélidae.</i>	4	Rara	2
<i>Scolytidae</i>	4	Rara	2
<i>Simuliidae</i>	4	Rara	4
<i>Staphylínidae</i>	4	Rara	4
<i>Bracónidae</i>	3	Rara	2
<i>Acrididae</i>	2	Rara	1
<i>Berytidae</i>	2	Rara	1
<i>Bethilydae</i>	2	Rara	2
<i>Carabidae</i>	2	Rara	2
<i>Noctuidae</i>	2	Rara	2
<i>Cecidomyiidae</i>	1	Rara	1
<i>Chalcidae</i>	1	Rara	1
<i>Drosopilidae</i>	1	Rara	1

<i>Miridae</i>	1	Rara	1
<i>Muscidae</i>	1	Rara	1
<i>Reduviidae</i>	1	Rara	1
<i>Tettigoniidae</i>	1	Rara	1

**Anexo 6.** Familias poco frecuentes en el estudio y el sistema en el que fueron encontradas

FAMILIAS	EI, AC	EI, BO	EI, MC	EI, MO	ET, MC	ET, MO	SI, MC	SI, MO	ST, AC	ST, BO	ST, MC	ST, MO
<i>Aleyrodidae</i>						X						
<i>Aphididae</i>						X						
<i>Arctiidae</i>										X		
<i>Asilidae</i>								X				
<i>Bombyliidae</i>									X			
<i>Ceraphronidae</i>							X					
<i>Cercopidae</i>						X						
<i>Cydnidae</i>		X										
<i>Evanidae</i>											X	
<i>exoprosopa</i> <i>sp.</i>					X							
<i>Gelechiidae</i>					X							
<i>Halictidae</i>	X											
<i>Hyponomeutidae</i>	X											
<i>Lycidae</i>		X										
<i>Muscidae</i>												X
<i>Nitidulidae</i>								X				

FAMILIAS	EI, AC	EI, BO	EI, MC	EI, MO	ET, MC	ET, MO	SI, MC	SI, MO	ST, AC	ST, BO	ST, MC	ST, MO
<i>Nymphalidae</i>			X									
<i>Psychodidae</i>	X											
<i>Pteromálidae</i>									X			
<i>Tíngidae</i>				X								
<i>Thripidae</i>								X				

**Anexo 7.** Lista de las familias y sus respectivos ordenes encontrados en el hábitat suelo

#	Orden	Familia	Abundancia
1	Coleoptera	<i>Carabidae</i>	2
		<i>Curculiónidae</i>	20
		<i>Elatéridae</i>	6
		<i>Nitidúlidae</i>	9
		<i>Passalidae</i>	27
		<i>Scarabeidae</i>	22
		<i>Scolididae</i>	4
		<i>Staphylínidae</i>	4
		<i>Tenebrionidae</i>	10
2	Díptera	<i>Cecidomyiidae</i>	1
		<i>Drosopilidae</i>	1
		<i>Muscidae</i>	1
		<i>Simuliidae</i>	4
3	Hemíptera	<i>Berytidae</i>	2
		<i>Cydnidydae</i>	8
		<i>Míridae</i>	1
		<i>Reduvíidae</i>	1

4	Homóptera	<i>Cicadellidae</i>	13
5	Hymenoptera	<i>Bethilydae</i>	2
		<i>Bracionidae</i>	3
		<i>Chalcididae</i>	1
		<i>Formícidae</i>	504
		<i>Vespididae</i>	7
6	Isóptera	<i>termitidae</i>	22
7	Lepitoptera	<i>noctuidae</i>	2
8	Orthóptera	<i>Acrididae</i>	2
		<i>Gryllidae</i>	18
		<i>tettigoniidae</i>	1
	Total general		702