

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL



**Biomasa y nutrientes de mantillo en diferentes sistemas de
producción de café (*Coffea arabica* L.) en el municipio de
Masatepe, departamento de Masaya, Nicaragua.**

Autor:

Br. José Andrés Altamirano Tinoco

Asesores:

Dr. Jeremy Haggar

MSc. Rodolfo Munguía

Ing. Alejandro Ponce

Managua, Nicaragua

2005

INDICE GENERAL

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
Resumen	iii
Summary	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	4
1.1.1. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.2. Hipótesis	5
II. MATERIALES Y METODOS	6
2.1. Ubicación del ensayo	6
2.2. Diseño experimental	6
2.2.1. <i>Factores de estudio</i>	7
2.2.2. <i>Variables a evaluar</i>	8
2.3. Área del experimento	8
2.4. Muestreo de la hojarasca en campo	9
2.5. Determinación del contenido de nutrientes del material vegetal	9
2.6. Análisis estadísticos de los datos	10
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
3.1. Biomasa de los residuos vegetales depositados y su cobertura sobre el suelo	12
3.1.1. <i>Proporción de biomasa de los diferentes componentes del sistema de vegetales del ensayo</i>	15
3.2. Contenido de nutrientes en los diferentes componentes de los residuos vegetales del ensayo	20

3.2.1. <i>Contenido de N</i>	20
3.2.2. <i>Contenido de P</i>	22
3.2.3. <i>Contenido de K</i>	24
3.2.4. <i>Contenido de Ca</i>	26
3.2.5. <i>Contenido de Mg</i>	28
IV. CONCLUSIONES	31
V. RECOMENDACIONES	32
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	33
VII. ANEXOS	38

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Descripción de los tratamientos en las parcelas principales y subparcelas	7
2. Características de las especies de árboles de sombra a evaluar en Masatepe, Nic.	7
3. Descripción del área experimental del ensayo de sistemas	8
4. Cobertura (%) producida por los residuos depositados sobre el suelo y el total de biomasa (kg ha^{-1})	12
5. Contribución porcentual de los componentes a la biomasa total del mantillo (%) en diferentes sistemas de producción de café	14
6. Cantidad de biomasa vegetal aportada al mantillo (kg ha^{-1}) por los diferentes componentes en los sistemas de producción de café	15
7. Cantidad de biomasa vegetal (kg ha^{-1}), aportada por los componentes del mantillo bajo diferentes niveles de insumos agrícolas	18
8. Concentración de N, P, K, Ca, Mg en los diferentes componentes del mantillo	20
9. Cantidad de N en kg ha^{-1} en los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra.	21
10. Cantidad de N en kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo por efecto del nivel de insumo	22
11. Cantidad de P en kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra	23
12. Cantidad de P en kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo por efecto del nivel de insumo	24
13. Cantidad de K en kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra	25
14. Cantidad de K kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo del suelo	

por efecto del nivel de insumo	26
15. Cantidad de Ca en kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra	27
16. Cantidad de Ca en kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de insumo	28
17. Contenido de Mg en kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra	29
18. Contenido de Mg en kg ha^{-1} de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de insumo.	30

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Esquema gráfico de la réplica I (NISPERO) Jardín Botánico	39
2. Esquema gráfico de la réplica II (MAMON), Jardín Botánico	40
3. Esquema grafico de la replica III establecida en Campos Azules (CECA)	41
4. Manejo de la fertilización en el ensayo de sistemas agroforestales con café	42
5. Aspectos técnicos en el manejo de las enfermedades en el ensayo	43
6. Aspectos técnicos del manejo de hierbas en el ensayo de sistemas agroforestales	44
7. Aspectos técnicos del manejo de insectos plagas (minador y broca) en el ensayo	45
8. Muestreo de materia vegetal del suelo en el campo	46

DEDICATORIA

A Dios y su reflejo la madre naturaleza, por darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia para poder cumplir con esta fase de mi vida.

A mis padres Catalina Tinoco Rivera y Andrés Altamirano, por darme la oportunidad de formarme académicamente e inculcarme valores éticos, espirituales y morales.

A mis abuelitos especialmente a Bernarda del Carmen Rivera Zeledón (q. e. p. d) quien fue mi segunda madre.

A mis hermanos Andrés, Catalina, Miguel y María a quienes aprecio y admiro mucho por ser personas triunfadoras.

A mis sobrinos Robertito, Gabrielita y Ramirito quienes me inspiran superación personal.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) por darme la oportunidad de estudiar en su alma mater.

A mis asesores Dr. Jeremy Hagggar, Ing. Alejandro Ponce y en especial al Ing. MSc. Rodolfo Munguía con quien aprendí mucho.

A Miguel Altamirano por su apoyo en el transcurso de la realización de la tesis.

A Juan Ángel Aráuz por su colaboración en la realización de cuadros estadísticos.

A Silvio Morraz y a Noé Herrera por su apoyo en la fase de campo, y por ser muy buenos amigos.

A la Ing. MSc. Glenda Bonilla por su incondicional ayuda en el préstamo de información.

Al personal del Centro de Información (CENIDA) en especial a la Lic. Catalina Sánchez y Lic. Jacqueline López por su excelente atención.

Altamirano, J. 2005. Biomasa y nutrientes de mantillo en diferentes sistemas de producción de café (*Coffea arabica L.*) en el municipio de Masatepe departamento de Masaya, Nicaragua.

Palabras claves: Café, Sistemas agroforestales, Biomasa, Agroforestería, Sistemas de producción sostenibles, Árboles de sombra, Sostenibilidad, Absorción de nutrientes, Materia orgánica, Leguminosas

Resumen

En el municipio de Masatepe, Departamento de Masaya, Nicaragua, se determinó el aporte de la materia vegetal depositada sobre el suelo en diferentes sistemas de producción de café (*Coffea arabica L.*) y su contenido de N, P, K, Ca y Mg. Se evaluaron dos factores: A) Combinación de especies de árboles de sombra leguminosas y maderables (*Inga laurina*, *Simarouba glauca*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*) y una parcela a pleno sol; B) Niveles de insumo (Moderado y Alto convencional, Intensivo y Extensivo orgánico). El muestreo de campo se realizó en los meses de Mayo y Julio del año 2004, en el que se utilizó el método de marco cuadrado de 50 por 50 cm. Se seleccionaron seis puntos al azar en la parcela útil, en cada punto se ubicó el marco en la calle y otro paralelo en la hilera del cultivo. Se recolectó el material vegetal que estaba dentro del marco, separándose por componentes y especies encontrados (hojas y ramas); luego se procedió a pesar. Las muestras se secaron en un horno eléctrico a una temperatura de 65° C por un periodo de 72 horas para obtener el peso seco, y las mismas fueron enviadas al laboratorio de suelos en donde se determinaron los contenidos de nutrientes arriba mencionados. Los resultados obtenidos mostraron que el nivel de sombra IISg (*I. laurina- S. glauca*) que es la combinación de una especie leguminosa con una maderable, presentaron el mayor aporte de materia vegetal al mantillo con 10,007 kg ha⁻¹, representando las mayores contenidos de nutrientes con 148.59 kg ha⁻¹ de N, 8.06 kg ha⁻¹ de P, 73.29 kg ha⁻¹ de K, 129.93 kg ha⁻¹ de Ca y 30.76 kg ha⁻¹ de Mg, siendo también este nivel de sombra el que obtuvo un menor porcentaje de suelo desnudo (6.14 %) en comparación con los otros tratamientos. El nivel de insumo MO (intensivo orgánico) proporcionó la mayor cantidad de materia vegetal al mantillo con 8,509 kg ha⁻¹ presentando los mayores contenidos de nutrientes de reserva con 131.43 kg ha⁻¹ de N, 6.93 kg ha⁻¹ de P, 63.77 kg ha⁻¹ K, 116.47 kg ha⁻¹ Ca y 26.73 kg ha⁻¹ de Mg. El nivel de insumo BO (extensivo orgánico) presentó el menor porcentaje de suelo desnudo (4.22 %).

Altamirano, J. 2005. Biomass and nutrients value from decomposing ground cover under different production systems of coffee (*Coffea arabica* L.) in the municipality of Masatepe, Masaya, Nicaragua.

Key words: Coffee, Biomass, Agroforestry Systems, Sustainable production systems, Perennial shade trees, Legumes trees, Biomass, Nutrients contents, Organic matter.

Summary

The research site is located in the municipality of Masatepe, Masaya, Nicaragua. The main objective was determined the contribution of the biomass deposited in the decomposing ground cover under different coffee (*Coffea arabica*) production systems, and the status of soil N, P, K, Ca and Mg. Two factors were evaluated in the trial: A) Combination of perennial shade systems with tree legumes and low-value trees (*Inga laurina*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Simarouba glauca* and *Tabebuia rosea*), with a control plot without tree shade or open field coffee; B) levels of input to pest control and mineral and organic amendments (Extensive and Intensive organic management) and chemical - synthetic pest control and inorganic fertilizer (Moderate and High conventional management). Between May and July 2004, biomass soil samplings were collected randomly using the square frame method (50 cm x 50 cm). It was selected six points in the net plots, in each point was located the frame, one on the street and another parallel in the row of the cultivation. Vegetation was collected into the frame and then separated by species (weed, coffee, tree shade) and vegetation materials (wood, leafs and branches), then weighted. Vegetation samples were dried in an electric oven at 65° C for 72 h to obtain the dry biomass weight and then analyzed for macronutrients concentrations. The results shown that biomass and total amount of nutrients under the combination of tree shade level with *I. laurina* - *S. glauca* were significantly greater than the other combination and control plot, obtaining 10.007 kg ha⁻¹ of biomass and N (148.59 kg ha⁻¹), P (8.06 kg ha⁻¹), K (73.29 kg ha⁻¹), C (129.93 kg ha⁻¹) and Mg (30.76 kg ha⁻¹). Also this combination has the greater accumulation of biomass in the aboveground vegetation. The biomass and total amount of nutrients were significantly greater for the intensive organic management providing 8.509 kg ha⁻¹ of biomass and N (131.43 kg ha⁻¹), P (6.93 kg ha⁻¹), K (63.77 kg ha⁻¹), Ca (116.47 kg ha⁻¹) and Mg (26.73 kg ha⁻¹). The extensive organic management has the greater accumulation of biomass in the aboveground vegetation.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del café constituye una de las actividades de mayor importancia económica para Nicaragua, su contribución dentro del PIB Nacional ha estado por encima del 5 % en los últimos seis años y casi llega a duplicarse entre 1990 (4.5 %) y el 2000 (7.1 %). En el 2001 por el efecto de la caída de los precios internacionales, su aporte disminuyó a un 6 % del PIB¹ total y 35 % del PIB agrícola (IICA, 2003). En materia de generación de divisas, durante el periodo 2001-2003 Nicaragua obtuvo un ingreso de 87.44 millones de dólares en promedio anual, constituyendo uno de los principales rubros de exportación y generación de divisas. En el 2003, el empleo generado por la actividad cafetalera alcanzó un promedio de 16 personas por cada 100 empleadas a nivel nacional (MAGFOR, 2004).

Según el INEC (2001), existen en el país 43,182 fincas que cultivan café en un área de 128.06 miles de hectáreas, es decir un 26 % de las fincas de Nicaragua cultivan café y su área dedicada es un 15 % del área total cultivada del país. El rendimiento promedio del ciclo 2000-2001 fue de 707 kg ha⁻¹, siendo el departamento de Jinotega el de mayor producción con un 45 %, del total y el rendimiento promedio más alto (1,024 kg ha⁻¹). Del 2001 al 2003 ha disminuido la producción de café, ya que la cosecha estimada del ciclo 2001/2002 fue de 40,313.4 tn y en el ciclo 2002/2003 fue de 37,387.8 tn (Cussianovich y Altamirano 2005).

La caficultura en Nicaragua actualmente pasa por una crisis, la cual ha sido generada en parte por la sobre oferta de este producto a nivel internacional, proveniente de países tradicionalmente productores como Brasil, y por la incursión de otros nuevos como es el caso de Vietnam. Este fenómeno ha incidido en una baja sustantiva en el nivel de precios internacionales con repercusiones serias en los ámbitos social y económico del país, las cuales parecen irreversibles en el corto plazo. La caída en los precios y en la producción, el incremento del desempleo de mas de 50,000 campesinos, la baja en la rentabilidad, la calidad y los rendimientos, así como el incremento de las deudas de los cafetaleros, son algunos rasgos que caracterizan esta situación y que hacen que esta actividad no sea garante de financiamiento y crédito por parte de la banca privada (Cussianovich y Altamirano 2005).

¹ Producto Interno Bruto

A pesar de la actual crisis, se está consolidando en los mercados exigentes la demanda por los cafés de alta calidad o especiales, los cuales demandan el cumplimiento de requisitos ambientales y sociales (MAGFOR, 2004). La tendencia de los mercados es incorporar cada vez más el concepto de los beneficios ambientales y sociales que provee el café tradicional de sombra, así como la creciente demanda de cafés especiales de aspectos que pueden compensarse mutuamente entre una producción de café de mayor calidad, que provea mayores ingresos a los productores cafetaleros y a la conservación del ambiente (IICA, 2003). La producción de café orgánica ha emergido como una opción importante no solo en el ámbito de la agricultura orgánica, sino también como una alternativa a la crisis cafetalera (Cussianovich y Altamirano 2005).

En Nicaragua, se han establecido tres categorías para clasificar los cafetales con base al nivel de tecnología empleada (Manejo tecnificado, semitecnificado y tradicional), el cual sirve para ilustrar las diferencias que hay entre fincas con un manejo intensivo y las que reciben un manejo tradicional (Galloway y Beer 1997). Los rendimientos y costos de producción varían en dependencia del tipo de tecnología para producir, los sistemas de producción de café con tecnología tradicional producen entre 193 y 321 kg/ha (Ciclo 2001-2002), pero refiere una mayor rentabilidad ya que el costo unitario es el más bajo con US\$ 37 por quintal oro², en cambio el nivel tecnificado obtiene rendimientos de 1 tn/ha y el costo unitario son los más elevados con 60.16 dólares por quintal oro (IICA, 2003).

El empleo de árboles de sombra en el cultivo de café es tradicional en América Latina. Sin embargo, en el manejo de café a plena exposición solar se logran cosechas más altas, pero las necesidades ecológicas son más elevadas, especialmente la fertilización (Fassbender, 1993). Las plantaciones de café sin sombra, se caracterizan por una mala protección del suelo, bajo en la restitución de materia orgánica, en el ciclaje de nutrimentos y en una alta exportación de los mismos. Esta situación lleva a los agricultores a depender considerablemente de los fertilizantes sintéticos e insumos químicos, así también con el uso de herbicidas para el control de malezas dejando al suelo expuesto a la erosión (Bertrand y Rapidel, 1999). Según Gliessman (2002), la utilización de los fertilizantes sintéticos tiene sus desventajas, ya que los agricultores no le prestan atención a la fertilidad natural del suelo, ignorando los procesos que se dan en

² Quintal oro es la denominación utilizada por los cafetaleros para el café ya seco y seleccionado para ser tostado y empacado. El quintal corresponde al peso aproximado de 45 kg.

el mismo. Los componentes de los minerales de los fertilizantes sintéticos son fácilmente lixiviados y sus precios son variables ya que estos dependen de las variaciones del precio del petróleo.

En contraste, los agrosistemas tradicionales basados en la diversidad vegetal (estratos múltiples compuestos por diferentes árboles maderables, leguminosas, arbóreos y frutales con café en el sotobosque), son por lo general agrosistemas menos productibles pero ciertamente más estables y sostenibles (Bertrand y Rapidel, 1999). Hoy en día, surge la necesidad de establecer sistemas de producción agrícolas sustentables. La agroforestería es una opción que puede contribuir en la creación de sistemas integrales de producción, que ayuden a mantener la productividad, protegen los recursos naturales, minimizan los impactos ambientales y satisfacen las necesidades económicas y sociales de la población (Meza 2003).

Según Montagnini (1992), la importancia de la implementación de sistemas agroforestales radica en su habilidad para mejorar y mantener la estabilidad de los sistemas agrícolas, utilizando bajos niveles de insumos, protegiendo los suelos de la degradación y favoreciendo la productividad de los mismos. Esto se debe a los beneficios de los árboles, entre los cuales se destaca el aporte de materia orgánica, favoreciendo la disponibilidad y reserva de nutrientes.

Los árboles asociados al café pueden ayudar a mantener tanto la calidad como cantidad de la producción (Muschler, 1997). Entre los beneficios de los árboles al suelo, están el mantenimiento de su fertilidad por medio del reciclaje de nutrientes, mantenimiento de la materia orgánica por medio de la producción y descomposición de la hojarasca y residuos de las podas, que a través del proceso de mineralización, pueden llegar a la solución del suelo en forma mineral, y retornar a las plantas a través de las raíces (Vaast, 2001; Montagnini *et al.*, 1999). Para Fassbender (1993), la mineralización implica la formación de componentes minerales que representan cantidades de N, P, S, K, Mg y otros que se vuelven disponibles directamente para las plantas. Estudios realizados por Pérez y López (2004) demuestran que en sistemas de café con sombra de leguminosa con manejo moderado químico se estimaron 4,108 kg ha⁻¹ de residuos vegetales sobre el suelo, lo que equivale a 87.63 kg ha⁻¹ de N, 6 kg ha⁻¹ de P y 27.33 kg ha⁻¹ de K los cuales son superiores a los aportes en sistemas a pleno sol.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en colaboración con la Universidad Nacional Agraria (UNA), Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), han establecido una serie de ensayos para comparar los diferentes sistemas de producción de café en el municipio de Masatepe. Este esfuerzo conjunto se inició en el año 2000, y será realizado durante 20 años con el fin de evaluar las diferentes interacciones y la sostenibilidad de cada uno de los sistemas establecidos (Haggar y Staver 2001).

Tomando en consideración lo antes expuesto, la presente investigación se concentró en los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Cuantificar y comparar el aporte de los residuos vegetales y nutrientes de diferentes especies de árboles de sombra y de niveles de insumos agrícolas, en el manejo agronómico del café.

1.1.1. Objetivos específicos

- Cuantificar y comparar los aportes de biomasa, hechos por diferentes especies de árboles de sombra y niveles de insumos agrícolas en sistemas agroforestales con café, en los diferentes componentes de los residuos vegetales depositados sobre el suelo.
- Determinar el potencial de reserva de nutrientes contenidos en la biomasa, de los diferentes componentes de los residuos vegetales aportados por diferentes especies de sombra, y el efecto producido por la aplicación de insumos agrícolas.

1.2. Hipótesis

- Los sistemas de producción de café con árboles de sombra aportan una mayor cantidad de materia vegetal al mantillo, permitiendo una cobertura del suelo permanente que los sistemas a plena exposición solar.
- La combinación de especies de árboles de sombra leguminosa y no leguminosa aportan una mayor cantidad de biomasa vegetal al suelo, representando al sistema un mayor contenido de nutrientes de reserva que estarán disponibles en un futuro a los mismos componentes del sistema agroforestal.
- Los niveles de aplicación de insumos extensivos e intensivos orgánicos favorecen significativamente la producción de biomasa vegetal, por lo tanto, implican una mayor protección y cantidad de nutrientes al suelo y las plantas que los niveles de aplicación de insumo alto y moderado convencional.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del ensayo.

En el 2001 se establecieron los ensayos de café bajo diferentes sistemas de manejo en los lotes conocidos como Níspero y Mamón, ubicados en áreas del Centro de Capacitación y Servicios Regional del Pacífico de Nicaragua (Jardín Botánico) de la Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE), y en 2002 se estableció un tercer lote en el Centro Experimental de Campos Azules (CECA), todos localizados en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya, con las coordenadas geográficas 11^o 54' latitud Norte y 86^o 09' longitud Oeste (Blanco *et al* 2002), a una altitud de 455 msnm, siendo una zona baja y seca con suelos fértiles con una precipitación promedio anual de 1386 mm, una temperatura promedio anual de 28 °C, mostrando una estación seca de seis meses (Haggar y Staver 2001).

2.2. Diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas. En el presente diseño se distribuyeron dos factores de estudio para un total de 14 tratamientos con tres repeticiones (Tabla 1), limitado este número, debido a la falta de terreno disponible y mano de obra para la toma de datos, no teniendo todas las parcelas grandes el mismo número de sub-parcelas, originando un experimento incompleto como es descrito en los Anexos 1, 2 y 3. Por la razón anterior se realizó una estandarización de los datos tomados de las parcelas.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos en las parcelas principales y subparcelas.

Parcela principal		Sub parcela	
Especies de sombra.	Descripción	Nivel de insumo	Descripción
II Sg	<i>Inga laurina</i> y <i>Simarouba glauca</i>	MC	Moderado Convencional.
		MO	Intensivo Orgánico
Ec Tr	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> y <i>Tabebuia rosea</i>	MC	Moderado Convencional.
		MO	Intensivo Orgánico.
Ec II	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> e <i>Inga laurina</i>	AC	Alto Convencional.
		MO	Intensivo Orgánico.
		MC	Moderado Convencional.
		BO	Extensivo Orgánico.
Sg Tr	<i>Simarouba glauca</i> y <i>Tabebuia rosea</i>	AC	Alto Convencional.
		MO	Intensivo Orgánico.
		MC	Moderado Convencional.
		BO	Extensivo Orgánico.
Psol	Pleno sol	AC	Alto Convencional.
		MC	Moderado Convencional.

2.2.1. Factores de estudio

Factor A- Especies de sombra. Este tratamiento se ubicó en las parcelas grandes o principal, el cual consiste en la combinación de dos especies de árboles de sombra para café con distancias de siembra de 4 m entre hilera y 3.75 m entre árbol, con densidades de 666 árboles por hectárea y plantas de café de la variedad Paca con distancias de siembra de 2 m entre hilera y 1.25 m entre plantas, con densidades de 4,000 plantas por hectárea. Adicionalmente se incluyó para hacer comparaciones estadísticas una parcela a pleno sol. Las especies a evaluadas se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Características de las especies de árboles de sombra a evaluar en Masatepe, Nicaragua.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FONOLOGÍA	TIPO DE COPA	FIJADOR DE N	USO
<i>Simarouba glauca.</i>	Aceituno	Siempre verde.	Alto estrecha.	No	Maderable
<i>Tabebuia rosea.</i>	Roble	Caducifolia.	Alto, estrecha.	No	Maderable
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> ³ .	Guanacaste	Caducifolia.	Alto, amplio.	Si	Maderable
<i>Inga laurina.</i>	Guaba	Siempre verde.	Bajo, amplio.	Si	Servicio
<i>Samanea sama.</i>	Genízaro	Siempre verde.	Bajo amplio.	Si	Maderable

Factor B.- Niveles de insumos. En los Anexos 4, 5, 6 y 7 se detallan cada uno de los niveles de insumos que se utilizaron en el ensayo.

³ El *Enterolobium cyclocarpum* fue eliminado en el año 2004 debido a la alta pérdida de plantas y un débil crecimiento alcanzado hasta este año. La especie sustituta es *Samanea saman* (Genízaro) el cual fue plantado en el año 2002

2.2.2. Variables a evaluar

En el presente trabajo, se evaluaron dentro de las parcelas un total de 14 variables o componentes correspondientes a los residuos vegetales depositados sobre el suelo: hojas de café, hojas de sombra temporal y permanente (Guaba, Roble, Aceituno, Higuera, Genízaro, Gandul) hojas de malezas (hojas angosta viva y muerta, hojas ancha vivas y muertas), material fraccionado, pulpa de café, tallos mayores y menores a 2 cm de diámetro y cobertura o murruca (*Oplismenus burmanii*).

2.3. Área del experimento

El área experimental que conforman las repeticiones I, II y III se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción del área experimental del ensayo de sistemas.

Trata	Especies de sombra	Niveles de insumo	Área de parcelas en m ²					
			I. Níspero		II. Mamón		III. CECA	
			Exp	Útil	Exp	Útil	Exp	Útil
1	TrSg	AC	750	300	850	270	690	225
2	TrSg	MO	712.5	300	750	270	690	225
3	TrSg	MC	712.5	300	750	225	870	225
4	TrSg	BO	750	300	850	225	870	225
Área de la parcela grande(sub total)			2,925	1,200	3,200	990	3,120	900
5	EcII	BO	787.5	300	800	225	870	225
6	EcII	MC	712.5	300	750	225	870	225
7	EcII	MO	712.5	300	750	270	690	225
8	EcII	AC	787.5	300	850	270	690	225
Área de la parcela grande(sub total)			3,000	1,200	3,150	990	3,120	900
9	EcTr	MO	760	300	800	270	765	247.5
10	EcTr	MC	800	300	850	270	765	247.5
Área de la parcela grande(sub total)			1,560	600	1,650	540	1,530	495
11	II Sg	MO	840	300	800	270	680	247.5
12	II Sg	MC	760	300	850	270	680	247.5
Área de la parcela grande(sub total)			1,600	600	1,650	540	1,360	495
13	Psol	MC	500	300	720	225	520	227.5
14	Psol	AC	500	300	720	225	520	225.5
Área de la parcela grande(sub total)			1,000	600	1,440	450	1,040	453
Áreas totales			10,085	4,200	11,090	3,510	10,170	3,243
Área total del experimento			31,345					

Exp: Experimental; Trata: Tratamientos

2.4. Muestreo de la hojarasca en campo

La recolección de la materia vegetal depositada sobre el suelo se realizó en los meses de Mayo y Junio del 2004, utilizándose el método del marco cuadrado de 50 por 50 cm. Se seleccionaron seis puntos al azar en la parcela útil los cuales quedaron distribuidos en el área experimental (Anexo 8). En cada punto seleccionado se ubicó un marco en la calle y otro paralelo en la hilera cerca de la base de la planta de café, quedando dividido el marco a la mitad para obtener una mejor representatividad del área de muestreo por diferencias probables en las cantidades de material vegetal entre calle e hilera, obteniendo así una estimación mas precisa, lo que permite disminuir el error de muestreo.

Se recolectó de manera manual todo el material vegetal que estaba dentro del área del marco, separándose por diferentes componentes (hoja, ramas) y especies encontradas, luego se procedió a pesarse y registrarse en una hoja de apunte.

De las seis sub muestras obtenidas por calle e hilera se reunieron los componentes de un mismo tipo de cada especie y se obtuvo una muestra compuesta por parcela útil y se pesaron aproximadamente 100 a 200 g los que fueron depositados en bolsas de papel Kraft.

Esta muestra compuesta fue llevada al laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad Nacional Agraria donde fueron secadas al horno a una temperatura de 65°C por un periodo de 48 horas, para ser pesadas y así obtener el peso seco. Para determinar el peso seco de las submuestras de campo se dividió el peso seco final de la muestra compuesta (muestra secada al horno) con el peso inicial (peso de la muestra en el momento de su recolección), y de esta manera obtener un coeficiente (k) de materia seca que se multiplica con el valor del peso fresco obtenido en campo, resultando en el peso seco de las muestras.

2.5. Determinación del contenido de nutrientes del material vegetal

Para la determinación de los contenidos de nutrientes se procedió a juntar las muestras compuestas de una misma especie y componente por repetición, obteniéndose una muestra única, la cual fue enviada al laboratorio de análisis de suelos, tejidos vegetales y agua del CATIE (Turrialba, Costa Rica). Las muestras enviadas al laboratorio se

trituran y homogenizaron para pesar 100 g por cada variable de la muestra en donde se determinó el contenido de macro elementos a través de digestión húmeda con mezcla de ácidos nítrico-perclórico 5:1, se determinó el contenido de N por el método semimicro Kjeldahl, el P por el método de colorimétrico del extracto de digestión nítrico-perclórica, el Ca, Mg y K por absorción atómica. Adicional a esto se pesaron otros 100 g por cada muestra para ser almacenadas en caso de futuros estudios o análisis posteriores.

2.6. Análisis estadísticos de los datos

Con los datos que se obtuvieron de las variables se realizó el análisis de varianza (ANDEVA), con el fin de encontrar diferencias significativas o no entre los factores (Combinación de especies de árboles de sombra y niveles de insumo) en la producción de materia vegetal depositada sobre el suelo, así como en su contenido de nutriente. El modelo aditivo lineal para el diseño de parcelas divididas establecidas en bloques completos al azar para el análisis de los datos es el siguiente:

$Y_{ijk} = \mu + r_k + a_i + (ra)_{ik} + b_j + (a b)_{ij} + e_{ijk} \dots \dots$ donde:

Y_{ijk} : La k-ésima observación del i-j-enésimo tratamiento.

μ : Media general.

r_k : Efecto de la replica o bloque.

a_i : Efecto del aporte de hojarasca al mantillo por la combinación de árboles de sombra (Árboles de sombra, parcela grande).

$(ra)_{ik}$: Error asociado a los árboles de sombra.(parcelas grandes).

b_j : Efecto de los niveles de insumo.

$(a b)_{ij}$: Efecto de interacción de los árboles de sombra con los niveles de insumo.

e_{ijk} : Error asociado a los niveles de insumo (sub parcelas).

Si se designa:

$i = 1, 2, 3, 4, 5$. = Combinación de especies de árboles de sombra.

$j = 1, 2, 3, 4$. = Niveles de insumo aplicados.

k = 1, 2, 3. = número de bloques o replicas.

Para determinar el orden de comportamiento de los diferentes tratamientos y niveles de estudio, se aplicó la separación de medias para cada factor y la interacción, mediante el uso de la prueba de Diferencia Mínimas Significativas (LSD). El programa estadístico que se utilizó fue el Statistic Análisis Systems versión 8 (SAS Institute Inc. 1999).

III.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Biomasa de los residuos vegetales depositados y su cobertura sobre el suelo

Los restos vegetales de cualquier naturaleza que bajo una vegetación permanente caen periódicamente al suelo, constituyen la principal fuente de materia orgánica (Labrador, 1996). Estos residuos contribuyen a la fertilidad y protección al suelo de la erosión y ayuda a mantener la humedad en época seca (Beer, 1982). Su determinación permite descubrir las reservas orgánicas y minerales que se encuentran localizadas en la zoomasa y fitomasa del sistema distribuidos en los compartimientos como tallos, ramas, hojas y raíces (Alpízar *et.al.* 1983).

Los resultados del presente trabajo indican que los aportes de biomasa total al mantillo por parte de los árboles de sombra no presentaron diferencias significativas, el nivel de sombra IISg tuvo un mayor aporte produciendo 10,007 kg ha⁻¹ de materia seca y en menor cantidad el nivel Psol con un total de 3,917 kg ha⁻¹; mientras los otros tratamientos con sombra como EcTr tuvo un aporte de biomasa total al mantillo de 4,368 kg ha⁻¹ (Tabla 4).

Estudios realizados por Aranguren *et al.*, (1982) reportaron para un cafetal con *Inga* sp., *Erythrina* sp. y otros árboles, la cantidad de 11,200 kg de ha⁻¹ año⁻¹ materia seca de hojarasca. En estos sistemas, según Nair (1997) pueden darse variaciones por diferencias de las características del sitio, métodos de muestreo, prácticas de manejos, densidades y tipos de especies y otros. Este mismo autor encontró en sistemas de café con poró (*Erythrina poeppigiana*) con densidades de 5,000 plantas de café por hectárea y 555 plantas por hectárea de poró la cantidad de 7,600 kg ha⁻¹ de materia seca vía caída hojarasca.

Tabla 4. Cobertura (%) producida por los residuos depositados sobre el suelo y el total de biomasa (kg ha⁻¹).

Variables	NIVELES DE SOMBRA					
	EcII	EcTr	IISg	Psol	SgTr	Pr
Biomasa total	8,074	4,368	10,007	3,917	6,552	0.2904
Suelo desnudo	19.55 ab	24.26 a	6.14 b	24.72 a	12.15 b	0.0525
Variables	Niveles de insumo					
	AC	BO	MC	MO	Pr	
Biomasa total	5,482	6,846	6,182	8,509	0.1876	
Suelo desnudo	30.35 a	4.22 b	22.82 a	5.86 b	<.0001	

Con respecto a los niveles de insumo el MO aportó una mayor biomasa total al mantillo con un promedio de $8,509 \text{ kg ha}^{-1}$, mientras que en el AC produjo $5,482 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabla 4). Esta diferencia de biomasa corresponde en cierto grado al tipo de manejo en la fertilización, donde el nivel MO desde el año 2001 al 2004 se le aplicaron en verano 2.3 kg de pulpa de café descompuesta por planta lo que equivale a $9,080 \text{ kg ha}^{-1}$ que pasan a formar parte del mantillo, así como aplicaciones de biofermentados y gallinaza (Anexo 4). Estas enmiendas son ricas en nutrientes, teniendo un mayor efecto en el componente árbol el cual aportó 51.47% de materia vegetal a la biomasa total del mantillo (Tabla 5), así también se dieron aportes significativos por parte del componente sombra temporal con 82.13 kg ha^{-1} (Tabla 7).

De igual forma dicha diferencia se debe a los aportes de biomasa por parte de el componente maleza, en donde el nivel MO aportó $1,107 \text{ kg ha}^{-1}$ y el nivel AC 448 g ha^{-1} lo cual esta relacionado al manejo de las malezas, ya que en el nivel MO se dió un manejo mecánico con machete lo que permite que la maleza pueda recuperarse, en cambio en los niveles de insumo AC se da un control de malezas mas riguroso con machete complementándolo con productos químicos lo que permite casi una erradicación (Anexo 6).

Referente al suelo desnudo en los niveles de árboles de sombra se presentaron diferencias significativas, presentando el nivel de sombra IISg 6.14% y en mayor porcentaje el nivel Psol (24.72%). Esta diferencia está relacionada a los aportes de biomasa por parte del componente árbol, el cual en el nivel IISg aportó 60.17% a la biomasa total del mantillo y en el nivel Psol solo 5.88% , este porcentaje del nivel Psol es muy probable que correspondan a ramas plagiotrópicas de café, ya que bajo estas condiciones se da un desgaste prematuro ocasionando su senescencia y su posterior caída (Tabla 5). Las plantaciones de café a pleno sol, acumulan, en términos generales menos material vegetal que las bajo sombra regulada, lo que hace que el suelo sea más susceptible a la erosión y al crecimiento de malezas (Fournier, 1987).

Tabla 5. Contribución porcentual de los componentes a la biomasa total del mantillo (%), en diferentes sistemas de producción de café.

Tratamiento	Maleza	Hojas de café	Hojarasca de árboles	Ramas	Material fraccionado.	Aporte de árboles.
Combinación de Sombra (%)						
EcII	14.24	17.44	40.49	19.68	8.15	60.17
EcTr	20.12	27.33	11.06	29.43	12.05	40.49
IISg	13.90	18.68	38.71	23.96	4.75	62.66
Psol	40.63	48.79	0.00	5.88	4.70	5.88
SgTr	14.51	22.49	24.17	24.75	14.09	48.92
Nivel de Insumos (%)						
AC	14.17	32.54	18.53	27.22	7.55	45.75
BO	24.89	17.04	36.39	10.95	10.73	47.34
MC	21.06	24.00	23.71	19.62	11.62	43.32
MO	16.68	24.41	27.82	23.65	7.44	51.47

Referente al porcentaje de suelo desnudo en los niveles de insumo se presentaron diferencias significativas, donde el nivel BO resultó con 4.22 % y en mayor porcentaje el nivel AC con 30.35 % (Tabla 4). Esta diferencia se relaciona al tipo de manejo de las malezas, lo cual condiciona las cantidades de aportes de biomasa al sistema, en el nivel BO se dió un mayor aporte de biomasa total siendo el 24.89 % malezas (Tablas 4 y 5) lo que equivale a 1,110 kg ha⁻¹. En cambio en el nivel AC se dieron aportes de 448 kg ha⁻¹, donde hay mayores aportes de biomasa por parte de las malezas en el nivel BO ya que se da un control mecánico con machete lo que permite que la maleza se recupere en cambio en el nivel AC se da un manejo mecánico con machete, combinado con productos químicos lo que permite casi una erradicación de las malezas y por lo tanto un mayor porcentaje de suelo desnudo (Tabla 7 y Anexo 6).

Al comparar la biomasa total del mantillo con el porcentaje de suelo desnudo, se observó que donde se produce más residuos vegetales en el suelo hay mayor probabilidad de que se dé un menor porcentaje de suelo desnudo. Para Nair (1997), estos restos de materia vegetal protegen al suelo de la erosión causada por el agua y el viento evitando las pérdidas de nutrientes y suelo, además sirve de reserva de nutrientes.

En un estudio realizado en el Pacífico de Nicaragua, muestran que en sistemas de café con árboles no leguminosas (*Cedrella odorata*, *Cordia alliodora* y *S. glauca*) con densidades de 395 árboles y 5,961 plantas de café por hectárea y con uso de insumos moderado orgánico estimaron 4,503 kg ha⁻¹ de residuos vegetales (Moreno y Naborío, 2004).

3.1.1. Proporción en biomasa de los diferentes componentes del sistema de manejo en café

En la tabla 6, se puede observar que el componente sombra permanente (hojarasca de árboles) fue el que aportó más biomasa en el mantillo. El nivel de sombra EcII obtuvo un mayor peso con 4,574 kg ha⁻¹ lo que representa un 40.49 % (Tabla 5), mostrando diferencias en comparación con el Psol quien logró una menor cantidad por la no presencia de árboles de sombra, mientras los otros tratamientos con sombra como EcTr tuvo un aporte de 446 kg ha⁻¹ (Tabla 6).

Tabla 6. Cantidad de biomasa vegetal aportada al mantillo (kg ha⁻¹) por los diferentes componentes en los sistemas de producción de café.

Sombra	EcII	EcTr	II Sg	Psol	SgTr	Pr
Maleza	544	992	1,399	1,436	894	0.2526
Hoja de café	1,404	1,190	1,694	2,079	1,515	0.3187
Sombra temporal	7.72	88.95	22.22	0	69.55	0.5109
Sombra permanente	4,574	446	3,481	0	1,578	0.1424
Ramas >2cm de diámetro	284 b	702 b	1,621 a	0 b	647 b	0.043
Ramas <2cm de diámetro	664	427	1,095	231	864	0.127
Material fraccionado	597	522	695	170	984	0.2238

La diferencia de aporte de biomasa al mantillo, por el componente sombra permanente, entre los niveles de sombra EcII y EcTr, se debe al comportamiento en el crecimiento de las diferentes especies y su naturaleza misma. Esto es explicado por Vindel y Pantoja (2004) en un estudio que realizaron de dinámica de crecimiento y fenología de especies arbóreas en el mismo ensayo, en donde determinaron que *Enterolobium cyclocarpum* no tuvo un crecimiento normal, presentando las menores tasas de crecimiento en las variables como altura de árbol, diámetro de copa, crecimiento de ramas entre otras. No obstante, *Tabebuia rosea* fue la especie que presentó mayor crecimiento de ramas pero un menor diámetro de copa y menor número de ramas, ya que esta es una especie de naturaleza en crecimiento alta y estrecha en su tipo de copa lo que permite un menor grado de poda y por

lo tanto un menor aporte de materia vegetal al suelo. En contraste con los resultados obtenidos en el sistema manejado con EcII, su mayor aporte de materia vegetal al suelo se debe a que la *Inga laurina* ocupó el primer lugar en diámetro de copa y un mayor número de ramas. Lo anterior debido a que su tipo de copa es de naturaleza baja y amplia lo cual permite que la poda sea mas intensa proporcionando más biomasa al suelo.

En un estudio realizado en Turrialba, Costa Rica en sistemas de café con laurel (*C. alliodora*) con densidades de 278 árboles por hectárea y de poró (*E. poeppigiana*) con 555 árboles con densidades de 5,000 plantas de café por hectárea, a la edad de 4.5 años, se estimaron 4,700 kg ha⁻¹ de hojarasca de poró y 2,200 kg ha⁻¹ de hojarasca de laurel (Fassbender, 1993).

La cantidad de biomasa producida por las malezas no presentaron diferencias significativas, el nivel de sombra Psol fue mayor con un total de 1,436 kg ha⁻¹ lo que equivale a 40.63 % de la biomasa total, mientras que el nivel EcII fue menor con 544 kg ha⁻¹ (Tabla 6) lo que equivale un 14.24 % (Tabla 5). Estas malas hierbas según Guharay *et al.* (2000) aparecen en mayor cantidad en las calles de los cafetales, en las fallas y bordes de los plantíos, es decir donde la luz solar, el agua y los nutrientes favorecen su crecimiento y reproducción. Afortunadamente el cafetal bajo sombra reduce la cantidad de luz solar a la superficie del suelo al captarla directamente, y al botar las hojas que cubren el suelo, pudiendo así controlarlas.

La biomasa producida por la caída de hojas de café no presentó diferencias significativas, el nivel de sombra Psol fue superior con 2,079 kg ha⁻¹ representando en este sistema un 48.79 % de la biomasa total, en cambio, en el sistema EcTr fue inferior con un promedio de 1,190 kg ha⁻¹ (Tabla 6) lo que equivale a 27.33 % (Tabla 5). Este mayor aporte de hojas de café del nivel de sombra Psol corresponde por una parte al daño ocasionado por plagas del café, lo cual es demostrado por Benavides y Romero (2004) quienes evaluaron en el mismo ensayo el efecto de niveles de insumo y tipo de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo del café, en donde estimaron que las enfermedades mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cke) y antracnosis (*Colletotrichum* spp. Noack) afectaron mas a la planta de café bajo los tratamientos AC, MC a pleno sol y MC-EcTr.

Beer *et al.*, (1998) menciona que la mancha de hierro es común en cafetales situados en zonas bajas secas y a pleno sol y que puede llegar a defoliar completamente la planta de café. Por otra parte el viento pudo haber influenciado en la defoliación de las plantas de café. Muschler (1999) cita que en los sistemas a pleno sol se da más desprendimientos de las hojas, que en los sistemas con árboles de sombra, esto puede ser ocasionado por el viento ya que el café a pleno sol no tiene protección. La época del año influye en la caída de las hojas de café. Durante la época seca o de baja precipitación, normalmente en enero y febrero, termina la cosecha principal e inmediatamente después, se presenta un fenómeno de defoliación de las plantaciones, este fenómeno se da en los tres primeros meses del año (Guharay *et al.*, 2000).

La cantidad de biomasa producida por las ramas mayores a los 2 cm de diámetro en el nivel de sombra IISg fue mayor con un peso promedio total de 1,621 kg ha⁻¹, encontrándose diferencias significativas en comparación al nivel Psol el cual no tuvo aporte (Tabla 6). Este aporte de biomasa esta relacionado al tipo de copa de los árboles de sombra, en este caso tenemos *I.laurina* y *S. glauca* los cuales presentaron los mejores diámetros de copa (Vindel y Pantoja, 2004) lo que permite que la poda sea mas intensa proporcionando una mayor cantidad de ramas al suelo. Con referencia al aporte de biomasa producida por las ramas menores a los 2 cm, en el sistema IISg fue mayor con un peso promedio de 1,095 kg ha⁻¹ encontrándose diferencias en comparación al nivel de sombra Psol quien produjo 231 kg ha⁻¹ (Tabla 6), en este tratamiento es muy posible que pertenezcan a ramas plagiotrópicas de café y no de árboles de sombra.

Algunas leguminosas arbóreas como *Inga sp*, *Gliricidia sepium* pueden suministrar cantidades apreciables de leña de 8 a 35 m³ha⁻¹año¹. Este aspecto puede ayudar a diversificar el ingreso de los agricultores y a liberar la presión de los bosques (Beer *et al.*, 1998). En un estudio realizado por Heuveldop *et al.*,(1985) en sistemas de café asociado con laurel y poró con edades de 3 años, se midió la caída natural de residuos separándolas en diferentes componentes en donde se dio un aporte de 1,282 kg ha⁻¹ ramas de laurel y 842 kg ha⁻¹ de ramas de poró. Benzing (2001) indica que uno de los beneficios de los árboles de sombra es la producción de bienes de utilidad inmediata como es la leña, carbón y otros. Schibli (2001) menciona que en el norte de Nicaragua las familias consumen el 73 % de la leña producto de los árboles de sombra de café y que el género *Inga* fue uno de los más mencionados como buena sombra debido a que aporta frutas y leña.

Con respecto al material fraccionado (material altamente alterado por descomposición) de los diferentes componentes del mantillo, el nivel de sombra SgTr aportó la mayor cantidad con un peso total de 984 kg ha⁻¹ y aportando en menor cantidad el sistema Psol con un total de 170 kg ha⁻¹(Tabla 6). Lo anterior indica probablemente una disponibilidad de nutrientes en mayor tiempo por proceso de descomposición y cantidad de residuos que se mantienen.

En la tabla 7, se pueden observar los aportes de materia vegetal por parte de los componentes del mantillo bajo los diferentes niveles de insumo. La cantidad de maleza en el nivel de insumo BO fue mayor con un peso promedio de 1,110 kg ha⁻¹, y en menor cantidad el nivel de insumo AC con 448 kg ha⁻¹ encontrándose diferencias significativas entre ambos niveles.

Tabla 7. Cantidad de biomasa vegetal (kg ha⁻¹), aportada por los componentes del mantillo bajo diferentes niveles de insumo agrícolas.

Componente	Tratamiento insumo					
	AC	BO	MC	MO	CV	Pr
Maleza	448 b	1,110 a	1,083 ab	1,107 ab	99.5	0.0379
Hoja de café.	1,712	1,262	1,326	1,828	71.91816	0.1876
Sombra temporal.	19	37.97	13.94	82.13	272.3272	0.1963
Sombra permanente.	1,753	2,744	1,786	3,195	196.9899	0.8318
Ramas >2cm de diámetro.	376	396	590	875	175.3574	0.9587
Ramas <2cm de diámetro.	710	514	661	789	89.42879	0.3974
Material fraccionado.	464	780	722	633	122.3203	0.6985

Esta mayor cantidad de biomasa de malezas en el nivel de insumo BO se debe a que el manejo indicado favorece la presencia permanente de ciertas especies de malezas (un manejo selectivo con machete utilizando un criterio 50 % cuando las malezas alcanzaron una altura de 20 a 30 cm), y en comparación el sistema AC se ha utilizado un manejo de malezas mas riguroso en el que consistía en 2 chapodas con machete y 15 días después se le realiza 2 aplicaciones de Ally, Glifosfato más Flex , utilizando el criterio un 25 % de las malezas alcancen una altura de 10 a 15 cm, lo cual tiene un mayor efecto sobre las malezas procurando su erradicación (Anexo 6).

Las malezas siempre han sido consideradas enemigas del cultivo, sin embargo, al darles manejo adecuado, estas hierbas tienen una función importante, protegiendo al suelo de la erosión y mejorando la estructura de este gracias a su sistema radicular desarrollado. Además, en algunas malezas se completa el ciclo de vida de insectos que son enemigos naturales de algunas plagas del café. Si las malezas se desarrollan sin control se convierten en problema, al competir con el café por luz, agua, espacio y nutrientes, por lo tanto, se les debe manejar mediante chapas o con implementos mecánicos. Al cortar las malezas, se descomponen y aportan nutrientes al sistema. También se pueden manejar las malezas por medio de la utilización de algunas plantas leguminosas y malezas nobles como cobertura (Ramírez, 2001).

Aguilar *et al.* (1997) evaluaron cuatro sistemas de manejo de malezas y una de sus conclusiones menciona que en el sistema de manejo selectivo mecánico- químico (manejo selectivo con uso en parchoneo de chapodas y herbicidas para promover malezas de cobertura) se considera el más viable por la combinación de rendimientos, costos equilibrados y protección al suelo.

En el aporte de biomasa vegetal por parte del componente hojas, el nivel de insumo MO aportó un total de 1,828 kg ha⁻¹ y en menor peso el nivel BO con 1,262 kg ha⁻¹ (Tabla 7). En el mismo ensayo Benavides y Romero (2004) estimaron que una de las enfermedades que se presentó entre los meses de diciembre a abril fue la Roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Brome) en donde el sistema MO - IvSg y MC - IvSg resultaron con mayores incidencias, Alvarado y Rojas (1998) se refieren a la roya como una enfermedad que produce defoliación y debilitamiento en la planta de café cuando hay una fuerte incidencia.

En relación al aporte de hojas de sombra temporal (gandul, higuera) al mantillo se encontraron diferencias, el nivel de insumo MO aportó la mayor cantidad con un total de 82.13 kg ha⁻¹ y en menor cantidad el nivel MC con 13.94 kg ha⁻¹ (Tabla 7).

3.2. Contenido de nutrientes en los diferentes componentes de los residuos vegetales del ensayo

En la tabla 8, aparecen los resultados del análisis químico realizado en el CATIE (2004) Costa Rica, de los diferentes componentes del mantillo del suelo. Se puede observar que las concentraciones de elementos en las hojas son diferentes en todas las especies de árboles de sombra, las hojas de *I. laurina* tienen las más altas concentraciones de N, K y Ca, en cambio las hojas de *T. rosea* tienen las concentraciones más altas de P y *S. glauca* las de Mg. Las malas hierbas (hoja ancha viva, hoja ancha viva y muerta, hojas angostas vivas y muertas), hojas de café y de sombra temporal (hojas de higuera y gandul) tienen altas concentraciones de nutrientes en comparación con las hojas de los árboles de sombra. Las ramas tienen un menor contenido de nutrientes que las hojas por los contenidos altos de ligninas.

Tabla 8. Concentración de N, P, K, Ca, Mg en los diferentes componentes del mantillo

Componentes	N	P	K	Ca	Mg
Hojas de Inga	1.82	0.06	0.53	1.80	0.19
Hojas de café	2.19	0.08	1.37	1.74	0.57
Hojas de Roble	1.72	0.10	0.49	1.53	0.29
Hojas de Acetuno	1.19	0.05	0.53	1.53	0.32
Hoja ancha viva.	2.32	0.14	2.39	2.09	0.61
Hoja ancha viva y muerta.	2.15	0.14	2.15	1.75	0.60
Hojas angostas vivas	1.41	0.10	2.26	0.39	0.35
Hojas angostas muertas	1.21	0.08	0.82	0.80	0.44
Hojas angostas vivas y muertas	1.55	0.15	3.08	0.34	0.40
Higuera	2.04	0.14	1.01	3.44	0.62
Cobertura muerta	1.48	0.14	0.64	0.93	0.37
Material fragmentado	1.68	0.14	0.65	1.42	0.39
Tallos < 2cm	0.74	0.07	0.71	0.79	0.22
Tallos > 2cm	0.62	0.06	0.61	0.46	0.21

Fuente: Laboratorio de suelos y agua, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 2004.

3.2.1. Contenido de N

Las cantidades de N en los residuos vegetales (hojas o agujas) generalmente oscilan entre 60 y 120 kg ha⁻¹ al año, de esta manera se forma la capa del mantillo donde se encuentran cantidades variables de N (20 a 200 kg ha⁻¹ al año) (Fassbender, 1993). La dinámica del N en estos sistemas se caracteriza por el porcentaje de la reserva de N que se transfiere al suelo en forma de residuos vegetales naturales (Fassbender *et al* 1985).

En la tabla 9, se pueden observar los contenidos de N de los diferentes componentes del mantillo, donde el nivel de sombra IISg tuvo un mayor aporte con un promedio total de 148.59 kg ha⁻¹, lo que coincide por lo reportado por Fassbender (1993); y en menor cantidad el nivel EcTr con 68.03 kg ha⁻¹, no se presentaron diferencias significativas.

Tabla 9. Cantidad de N en kg ha⁻¹ en los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra.

Variables Componente	Nivel de sombra					
	EcII	EcTr	IISg	Psol	SgTr	Pr
Malezas	8.05	16.19	20.94	22.43	15.18	0.2422
Hoja de café	25.27	26.08	37.11	45.54	33.36	0.1230
Hoja de sombra temporal	0.28	1.81	0.88	0.00	1.42	0.6527
Hoja de sombra permanente	83.24	7.67	59.84	0.00	21.75	0.1300
Rama mayor a 2 cm	1.76 bc	4.35 b	10.05 a	0.00 c	3.60 b	0.0470
Rama menor a 2 cm	4.92	3.16	8.10	1.71	6.15	0.1559
Material fraccionado	10.02	8.77	11.67	2.87	15.34	0.3523
Total.	133.54	68.03	148.59	72.55	96.80	0.3366

El mayor aporte de N en el nivel IISg se debe a que en este sistema se dio un mayor aporte de biomasa vegetal al mantillo (Tabla 4), el cual es atribuido a los árboles de sombra que aportaron 62.66 % de la biomasa total del mantillo (Tabla 5), en el cual la especie de sombra *I. laurina* y hojas de café dieron aportes significativos de biomasa vegetal (Tabla 9), y sus concentraciones de N son altos (Tabla 8). En comparación al nivel EcTr el aporte de biomasa fue menor, ya que en este sistema no se cuantificaron las hojas de *E. cyclocarpum* ya que este no tuvo un crecimiento normal y sus hojuelas son pequeñas, lo cual no permitió su identificación ocultándose así en el material fraccionado, la *T. rosea* tuvo un menor aporte de biomasa y su concentración en N es mas baja (Tabla 8).

El nivel EcTr aportó más biomasa vegetal y una menor cantidad de N en comparación con el nivel Psol, esto corresponde al tipo de componente y su relación con las concentraciones de nutrientes. En el nivel Psol la biomasa total del mantillo estaba compuesta por un 48.79 % del componente hojas de café y el 40.63 % de malezas (Tabla 5) los cuales presentaron las mayores concentraciones de N (Tabla 9), en cambio en el nivel EcTr el total de biomasa del mantillo esta compuesto en mayor parte por ramas con 29.43% las cuales tienen concentraciones bajas de N (Tabla 8), y el resto es maleza (20.12 %), hojas de café 27.33 % y otros (Tabla 5). Estos datos de N total son similares a los reportados por Moreno y Navorio (2004) en cafetales con árboles de sombra no leguminosas con niveles de

insumo moderado orgánico, reportando 144.6 kg ha⁻¹ de N en la biomasa de residuos vegetales.

Blanco (1991) refleja datos de IMPOFOS (1991) en donde menciona que la remoción de N en plantas de café es de 120 kg ha⁻¹ al año; Bornemisza (1982) indica también que para producir 1,800 kg ha⁻¹ de café se consumen 90 kg de N, además, las plantas requieren unos 30 kg de este elemento/ha/año. En Ocumare de la Costa, Venezuela, Aranguren *et al.*, (1982) en cafetales con densidades de 5,597 plantas por hectárea y sombra de *E. poeppigiana* e Inga con densidades de 1931 árboles por hectárea reportaron 172 kg ha⁻¹ de N, y se encontró que el sistema puede compensar ampliamente la salida de N por cosecha con el subsidio proveniente de los árboles de sombra.

En relación a los aportes totales de N en los niveles de insumo no se encontraron diferencias significativas (Tabla 10).

Tabla 10. Cantidad de N en kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo por efecto del nivel de insumo.

Variables Componente	Nivel de insumo				
	AC	BO	MC	MO	Pr
Malezas	6.67 b	17.18 a	17.80 a	17.18 a	0.0072
Hoja de café	37.49	27.65	29.19	34.57	0.4780
Hoja de sombra temporal	0.39	0.78	0.55	1.68	0.7913
Hoja de sombra permanente	30.37	47.52	28.88	56.11	0.8050
Rama mayor a 2 cm	2.33	2.46	3.33	5.42	0.7810
Rama menor a 2 cm	5.26	3.81	4.70	5.84	0.7019
Material fraccionado	7.80	13.12	11.17	10.64	0.8775
Total	90.31	112.50	95.61	131.43	0.5095

3.2.2. Contenido de P

Los niveles óptimos de P son obligatorios para mantener la productividad y promover la eficiente utilización del N en los cultivos. Esta condición reduce al mínimo el potencial de contribución de nitratos (NO₃) a los mantos freáticos (Fixen 1992). A partir de la hojarasca se producen residuos vegetales que pasan al suelo, los cuales contienen altos contenidos de P orgánico con las mismas características del P de la planta, el primero puede variar entre

el 40% y 80% del P total (Fassbender 1993). Para un crecimiento óptimo, las plantas requieren una concentración de 0,3 a 0,5 % en la materia seca durante la etapa vegetativa del desarrollo (Benzing, 2001).

Las cantidades de P acumulados en los diferentes componentes del mantillo son menores en comparación con los otros elementos, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre el nivel de sombra IISg quien tuvo un mayor aporte con un total de 8.6 kg ha⁻¹ y el nivel de sombra Psol con un total de 3.63 kg ha⁻¹ quien tuvo el menor aporte (Tabla 11).

Tabla 11. Cantidad de P en kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra.

Variables Componente	Nivel de sombra					
	EcII	EcTr	IISg	Psol	SgTr	Pr
Malezas	0.71	1.37	1.96	1.56	1.25	0.4446
Hoja de café	0.92	0.95	1.35	1.67	1.22	0.1210
Hoja de sombra temporal	2.74	0.45	2.03	0.00	1.14	0.1752
Hoja de sombra permanente	0.03	0.12	0.00	0.00	0.10	0.5373
Rama mayor a 2 cm	0.17 c	0.42 bc	0.97 a	0.00 c	0.35 bc	0.0478
Rama menor a 2 cm	0.46	0.30	0.77	0.16	0.58	0.1538
Material fraccionado	0.84	0.73	0.97	0.24	1.28	0.3557
Total	5.88	4.34	8.06	3.63	5.91	0.3972

Esta mayor acumulación de P en el nivel IISg puede corresponder a la alta contribución de biomasa vegetal al mantillo por parte de la combinación e interacción de la especie *I. laurina* con la *S. glauca*, mientras que en el sistema a pleno sol se da un menor aporte de biomasa vegetal al mantillo por la no presencia de árboles de sombra (Tabla 4).

En relación a los niveles de insumo, el MO aportó una mayor cantidad de P con un promedio total de 6.93 kg ha⁻¹ y en menor cantidad el nivel de insumo AC con un total de 4.33 kg ha⁻¹ (Tabla 12), no se encontraron diferencias significativas entre ambos niveles. Esta diferencia en los aportes de P está supeditado a los aportes de biomasa total, en donde el nivel de insumo MO tuvo un mayor efecto en el aporte de biomasa total lo que se traduce a mas P (Tabla 4) el cual es influenciada por los diferentes insumo agrícolas utilizados en la fertilización edáfica y foliar (Anexo 4).

Estos datos son similares a los reportados por Pérez y López (2004) en sistemas de café con sombra de leguminosa (*Inga sp* y *Gliricidia sepium*) con un manejo moderado

químico, obteniendo un total de 6 kg ha⁻¹ de P. Szott *et al.*, (1991) indican que los árboles leguminosos en sistemas de cultivos en callejón producen 20,000 kg ha⁻¹ por año de materia seca producto de podas el cual contienen 28 kg de P.

Las cantidades de nutrientes extraídas por la planta de café están por una parte determinadas por los diferentes tipos de cultivares. Areas y Molina (2000) estimaron la extracción de P en dos cultivares de café obteniendo los siguientes resultados; para la producción de 2,070 kg/ha de café cultivar Costa Rica 95, la planta extrae 21 kg de P, en cambio el cultivar Catuaí para producir 2,116 kg/ha las plantas necesitan extraer 15 kg de P por hectárea. Con relación a lo presentado por Areas y Molina (2000) se puede señalar que los aportes de P por parte del sistema IvSg puede compensar hasta un 50 % de las demandas de P en el cultivo de café.

Tabla 12. Cantidad de P en kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo por efecto del nivel de insumo.

Variables Componente	Nivel de insumo				
	AC	BO	MC	MO	Pr
Malezas	0.46 b	1.38 a	1.48 a	1.53 a	0.0113
Hoja de café	1.37	1.01	1.07	1.26	0.4782
Hoja de sombra temporal	1.11	1.82	1.06	2.06	0.7598
Hoja de sombra permanente	0.03	0.05	0.02	0.12	0.6377
Rama mayor a 2 cm	0.23	0.24	0.32	0.52	0.7794
Rama menor a 2 cm	0.50	0.36	0.44	0.55	0.6955
Material fraccionado	0.65	1.09	0.93	0.89	0.8784
Total	4.33	5.95	5.32	6.93	0.2057

3.2.3. Contenido de K

El K es requerido por la planta en grandes cantidades y es absorbido por las raíces, en forma iónica (K⁺). El K presente en la solución del suelo en parte proviene de la mineralización de la materia orgánica. A pesar de que el K esta en el suelo en varias formas, la fracción considerada rápidamente disponible para las plantas es proporcionalmente muy baja, respecto al contenido total de K en los suelos (Kass, 1998). Los tejidos vegetales contienen entre 1 y 2 % de K de este nutrimento en relación con su peso seco total, pero por extracciones excesivas provocadas por las cosechas o la lixiviación del suelo se pueden presentar deficiencias de este nutrimento provocando un desorden en el balance hídrico en la planta (Gliessman, 2002).

En la tabla 13, se presentan los contenidos de K en los diferentes componentes del mantillo en donde el nivel de sombra IISg proporcionó una mayor cantidad de este elemento con un total de 73.29 kg ha⁻¹ y en menor cantidad el nivel de sombra EcTr con un total de 40.69 kg ha⁻¹, no se encontraron diferencias significativas entre ambos niveles. Esta diferencia en el aporte corresponde a que el nivel de sombra IISg tuvo los mayores aportes de biomasa vegetal al mantillo que el nivel de sombra EcTr (Tabla 4).

Tabla 13. Cantidad de K en kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra.

Variables Componente	Nivel de sombra					
	EcII	EcTr	IISg	Psol	SgTr	Pr
Malezas	4.35 b	10.60 b	9.45 b	27.62 a	10.37 b	0.0113
Hoja de café	15.81	16.31	23.21	28.49	20.87	0.1225
Hoja de sombra temporal	24.24	2.19	18.45	0.00	7.43	0.1313
Hoja de sombra permanente	0.05	0.90	0.00	0.00	0.70	0.4088
Rama mayor a 2 cm	1.74 bc	4.28 b	9.89 a	0.00 c	3.54 b	0.0474
Rama menor a 2 cm	4.72	3.03	7.77	1.64	5.90	0.1560
Material fraccionado	3.88	3.39	4.52	1.11	5.94	0.3523
Total	54.78	40.69	73.29	58.86	54.75	0.4501

El nivel de sombra EcTr aportó mayor materia vegetal al mantillo y un menor contenido de K que el nivel de sombra Psol, esto se debe en que ambos niveles se dan variaciones en los aportes de biomasa por parte de los componentes del mantillo. En el nivel Psol, hay un menor aporte de materia vegetal al mantillo, el cual está compuesto en mayor parte de biomasa de malezas 40.63 % de y hojas de café 48.79 % (Tabla 5) los cuales tienen altas concentraciones de K (Tabla 8), en cambio el nivel de sombra EcTr el mantillo está compuesto por 29.43 % de ramas, 20.12 % malezas, 27.33 % de hojas de café, 11.06 % de hojarasca de los árboles y el resto en material fraccionado (Tabla 5). Estas ramas en el análisis de tejido vegetal presentaron bajos contenidos de K (Tabla 8) lo que ocasiona la diferencia. En el sistema Psol se puede observar que las malezas aportan cantidades significativas de K; Ramírez (2001), alude que la maleza con un manejo como chapias o con implementos mecánicos pueden aportar nutrientes al sistema, también se pueden utilizar algunas plantas leguminosas y malezas nobles como cobertura.

Estos resultados de K son superiores a los reportados por Munguía (2003) en sistemas de café con *Eucalyptus deglupta*, estimando valores de 11.2 kg ha⁻¹ y 12.5 kg ha⁻¹ de K contenidos en 4,111 kg ha⁻¹ y 5,554 kg ha⁻¹ respectivamente en la materia seca de la

hojarasca. Estas diferencias según Nair (1997), depende en cierto grado por factores como la especie arbóreas particulares y las condiciones ambientales; Munguía (2003) obtuvo resultados que indican que el K se libera rápidamente en comparación con los otros macro elementos debido a que es fácilmente lixiviado por las altas precipitaciones. Con relación a los niveles de insumo el MO tuvo un mayor efecto en el aporte de K con un total de 63.77 kg ha⁻¹ y en menor cantidad el nivel MC con un total de 51.99 kg ha⁻¹ (Tabla 14) no presentándose diferencias significativas entre ambos niveles.

Tabla 14. Cantidad de K kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de insumo.

Variables Componente	Nivel de insumo				
	AC	BO	MC	MO	Pr
Malezas	9.49	12.15	12.69	9.49	0.1414
Hoja de cafe	23.45	17.29	18.26	21.62	0.4778
Hoja de sombra temporal	9.22	14.34	8.91	16.77	0.8178
Hoja de sombra permanente	0.19	0.38	0.03	0.83	0.4539
Rama mayor	2.29	2.42	3.28	5.34	0.7813
Rama menor	5.04	3.65	4.51	5.60	0.7030
Matfracc	3.02	5.08	4.32	4.12	0.8777
Total	52.71	55.32	51.99	63.77	0.3378

3.2.4. Contenido de Ca

El Ca actúa como regulador del crecimiento en las plantas y en ausencia de este elemento, las raíces y los brotes nuevos no aumentan en longitud, sin embargo, forma parte de la pared celular e influye en el aprovechamiento de otros nutrientes (Alvarado y Rojas 1998). Su deficiencia en las plantas de café se presenta en hojas jóvenes con un color verde pálido cerca de los bordes; a lo largo de la vena central permanece el color verde y se presenta un encrespamiento de las hojas (Monge 1994).

La cantidad de Ca acumulado en el mantillo fue mayor en el nivel de sombra IISg presentando una cantidad total de 129.93 Kg ha⁻¹ y en menor cantidad el nivel de sombra Psol con un total de 52.27 Kg ha⁻¹ no se encontraron diferencias significativas entre ambos niveles (Tabla 15). Las cantidades de Ca en este estudio están en función de las cantidades

de material vegetal que se aportan al suelo, siendo directamente proporcional, entre mas aporte de materia vegetal al suelo habrán mas cantidades de Ca, tomando en cuenta que el Ca forma parte de la pared celular. El nivel de sombra IISg aportó las mayores cantidades de materia vegetal al mantillo que el nivel de sombra Psol por lo tanto una mayor cantidad de Ca (Tabla 4). Fassbender (1985) presenta datos similares en sistema de café con sombra de Laurel y café con sombra de Poró, los cuales presentan en el mantillo aportes de 103.1 Kg ha⁻¹ y 85.1 Kg ha⁻¹ al año respectivamente.

Tabla 15. Cantidad de Ca en kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra.

Variables Componente	Nivel de sombra					
	EcII	EcTr	IISg	Psol	SgTr	Pr
Malezas	5.11	11.04	13.32	11.84	10.32	0.371
Hoja de café	20.08	20.72	29.49	36.18	26.51	0.122
Hoja de sombra temporal	82.33	6.83	61.15	0.00	22.39	0.126
Hoja de sombra permanente	0.11	3.06	0.00	0.00	2.40	0.398
Rama mayor a 2 cm	1.31 bc	3.23 b	7.46 a	0.00 c	2.67 b	0.047
Rama menor a 2 cm	5.25	3.38	8.65	1.83	6.57	0.155
Material fraccionado	8.47	7.41	9.87	2.43	12.96	0.352
Total	122.66	55.65	129.93	52.27	83.82	0.271

Del estudio de sistemas agroforestales en el experimento central del CATIE, Alpizar *et al.*, (1983), indica que el tercer lugar en importancia de elemento extraído por las plantas de café lo ocupa el Ca, y que en sistemas de café más laurel con producción promedio anual de 6,843 kg/ha de café fresco en pulpa o su equivalente a 2,113 kg/ha de café seco con pulpa, en el cual las plantas de café extraen 52 kg de Ca, y en sistemas de café más poró con producción promedio anual de 9,523 kg/ ha de café fresco en pulpa o su equivalente a 2,944 kg/ha de café seco con pulpa las plantas de café extraen 66 kg de Ca.

Los aportes de Ca aportados por el nivel de sombra IISg son similares a los reportados por Fassbender (1985), si estos datos los relacionamos con los presentados por Alpizar *et al* (1983), nos damos cuenta que estos aportes de Ca bien pueden satisfacer las necesidades del cultivo y compensar salidas de Ca del sistema a través de la cosechas.

En relación a los niveles de insumo no se presentaron diferencias significativas, encontrándose diferencias numéricas en donde el nivel de MO, el cual aportó una mayor cantidad de Ca con un total de 116.47 Kg ha⁻¹ y en menor cantidad el nivel de insumo AC con un total de 77.62 Kg ha⁻¹ (Tabla 16).

Tabla 16. Cantidad de Ca en kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de insumo.

Variables Componente	Nivel de insumo.				
	AC	BO	MC	MO	Pr
Malezas	2.77 b	11.47 a	11.57 a	11.26 a	0.0009
Hoja de café	29.79	21.96	23.19	27.46	0.4779
Hoja de sombra temporal	30.47	47.20	29.26	55.67	0.8178
Hoja de sombra permanente	0.66	1.31	0.05	2.83	0.4414
Rama mayor a 2 cm	1.73	1.82	2.47	4.02	0.7808
Rama menor a 2 cm	5.61	4.06	5.02	6.23	0.7026
Material fraccionado	6.59	11.09	9.44	9.00	0.8775
Total	77.62	98.93	81.00	116.47	0.5536

3.2.5. Contenido de Mg

Este elemento es el principal componente de la molécula de clorofila, por lo tanto es de mucha importancia en el proceso fotosintético. Actúa en varios procesos enzimáticos y contribuye al aprovechamiento del P dentro de la planta de café (Alvarado y Rojas 1998). La deficiencia de Mg se identifica por una clorosis intervenal en las hojas adultas, porque es un elemento de rápida movilidad dentro de ella (Kass, 1998).

En la tabla 17 se puede observar que el nivel de sombra IISg presentó un mayor aporte de Mg con un total de 30.76 kg ha⁻¹ y en menor cantidad el nivel de sombra EcTr con un total de 17.18 kg ha⁻¹. Esta diferencia se debe a que el nivel de sombra IISg aportó más residuos vegetales al mantillo lo cual representa mayores cantidades de Mg en comparación al nivel EcTr (Tabla 8), al comparar el nivel EcTr con el nivel Psol la situación se presenta diferente ya que el nivel EcTr proporcionó mayor cantidad de biomasa vegetal al mantillo y menor contenido de Mg que el nivel Psol teniendo un comportamiento similar al del K, esta diferencia es mínima ya que ambos niveles (EcTr y Psol) se encuentran en la misma categoría (Tabla 17).

Tabla 17. Contenido de Mg en kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de sombra.

Variables Componente	Nivel de sombra.					
	EcII	EcTr	IIsg	Psol	SgTr	Pr
Malezas	2.11	4.10	5.24	5.95	3.95	0.1892
Hojas de café	6.58	6.79	9.66	11.85	8.68	0.1227
Hojas de sombra temporal	8.69	1.29	7.34	0.00	4.44	0.1651
Hojas de sombra permanente	0.05	0.55	0.00	0.00	0.43	0.4296
Rama mayor a 2 cm	0.60 c	1.47 b	3.40 a	0.00 c	1.22 b	0.0473
Rama menor a 2 cm	1.46	0.94	2.41	0.51	1.83	0.1555
Material fraccionado	2.33	2.04	2.71	0.67	3.56	0.3522
Total	21.81	17.18	30.76	18.97	24.11	0.3394

Con respecto a los niveles de insumo, el MO presentó un mayor efecto en el aporte de Mg con un total de 26.73 kg ha⁻¹ y en menor cantidad el nivel de insumo AC con 19.58 kg ha⁻¹ (Cuadro 18). Esta diferencia se debe a que en el nivel MO se dió un manejo de fertilización mas riguroso y constante de diferentes enmiendas como abono orgánico, además de aplicaciones de pulpa de café, gallinaza y biofermentado los cuales son ricos en nutrientes, en cambio el nivel BO solo se aplicó pulpa de café en verano lo cual tiene un efecto en la producción de biomasa (Anexo 4).

Russo (1983) menciona que en las condiciones de Turrialba, Costa Rica, en plantaciones de café con sombra de *Erythrina poeppigiana* (Poró Gigante) con una poda al año produce 22,754 kg ha⁻¹ de biomasa con contenido de 86 kg ha⁻¹ de Mg, en la misma línea Alpizar *et al* (1985) en sistemas de café con laurel reporta 19.2 kg ha⁻¹ de Mg.

En sistemas de café con densidades de 5,000 plantas por hectárea y con sombra de *Erythrina* sp con densidades de 555 árboles por hectárea no podados Glover y Beer (1986), obtuvieron resultados de 33 kg ha⁻¹ de Mg contenidos en 7,600 kg ha⁻¹ de materia seca. Areas y Molina (2000) mencionan que para producir 2,430 kg/ha de café en grano seco del cultivar Costa Rica 95 las plantas tienen que extraer 34 kg de Mg, y que para producir 2,116 kg/ha de café cultivar Catuaí las plantas tienen que extraer 18 kg de Mg por hectárea.

Los aportes de Mg en los residuos vegetales por parte del nivel de sombra IISg (30.76 kg ha⁻¹) es similar a los reportados por Glover y Beer (1986), estos aportes de Mg bien pueden compensar las salidas de este elemento a través de las cosechas.

Tabla 18. Contenido de Mg en kg ha⁻¹ de los diferentes componentes del mantillo del suelo por efecto del nivel de insumo.

Variables (Componentes)	Nivel de insumo				
	AC	BO	MC	MO	Pr
Malezas	1.74 b	4.67 a	4.58 a	4.34 a	0.004
Hoja de café	9.76	7.19	7.60	9.00	0.4779
Hoja de sombra temporal	3.80	6.12	3.76	6.84	0.8011
Hoja de sombra permanente	0.12	0.24	0.03	0.51	0.484
Rama mayor a 2 cm	0.79	0.83	1.13	1.84	0.781
Rama menor a 2 cm	1.56	1.13	1.40	1.74	0.7026
Material fraccionado	1.81	3.05	2.59	2.47	0.8775
Total	19.57	23.22	21.08	26.73	0.2466

IV. CONCLUSIONES

- El nivel de sombra IISg aportó la mayor cantidad de biomasa total al mantillo ($10,007 \text{ kg ha}^{-1}$) de materia seca, lo cual fue influenciado por los árboles de sombra quienes contribuyeron con un 60.17 % del total del mantillo lo que permite mejor protección al suelo de la degradación, disponibilidad, reserva de nutrientes y otros. Este nivel de sombra presentó los porcentajes mas bajos de suelo desnudo (6.14 %).
- La cantidad de biomasa total del mantillo del nivel de sombra IISg (Leguminosa y maderable) representó el mayor potencial como reserva de nutrientes obteniendo los siguientes resultados; $148.59 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, 8.06 kg ha^{-1} de P, 73.29 kg ha^{-1} de K, $129.93 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca y 30.76 kg ha^{-1} de Mg. Estos aportes pueden llegar a mejorar la fertilidad del suelo satisfaciendo parcialmente las demandas del cultivo lo cual minimizaría el uso de fertilizantes sintéticos acercando al sistema a la sostenibilidad.
- El nivel de insumo MO (Intensivo orgánico), presento el mayor aporte de materia vegetal al mantillo con $8,509 \text{ kg ha}^{-1}$, presentando los mayores contenidos de nutrientes ($131.43 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, 6.93 kg ha^{-1} de P, 63.77 kg ha^{-1} K, $116.47 \text{ kg ha}^{-1}$ Ca, 26.73 kg ha^{-1}). El nivel BO presento una mayor protección al suelo con 4.22 % de suelo desnudo.

V. RECOMENDACIONES

- Promover la combinación de árboles de sombra leguminosa como *Inga laurina* y maderable como *Simarouba glauca*, ya que proporcionan cantidades significativas de material vegetal al mantillo el cual representa una apreciable cantidad de nutrientes de reserva para las plantas de café.
- Además del análisis de contenidos de nutrientes del suelo y extracción de nutrientes por las plantas de café en los planes de manejo de fertilización, se debe tomar en cuenta los aportes de materia vegetal al mantillo como reserva de nutrientes para aplicar el fertilizante de una manera racional y no como una receta.
- Monitorear la caída de los residuos vegetales durante un año y hacer estudios de eficiencia, tasas de descomposición y liberación de nutrientes de las especies estudiadas y a especies arbóreas nativas para la selección de especies de rápido crecimiento y producción de biomasa que mejoren las características físico-químicas del suelo y combinarlas para estudiar su comportamiento.
- Para los problemas de malezas en estos sistemas con árboles de sombra incluir estudios de malezas que se puedan utilizar como cobertura que no compitan con el café por nutrientes y que limiten el crecimiento de malezas que son más agresivas.
- Realizar un estudio socioeconómico y ambiental que complemente los resultados de esta investigación tomando en cuenta los rendimientos y costos de producción de café bajo estos sistemas, para determinar el sistema que le brinde los mayores beneficios económicos al productor y al ambiente.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aguilar, A; Staver, C; Aguilar, V; Somarriba, S. 1997. Manejo selectivo de malezas para la conservación del suelo en café joven: Evaluación de sistemas químico/mecánico y mecanismo sin y con *Arachis pintoi*. Memorias XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura, Costa Rica, ICAFE, PROMECAFE, EDITOGRAMA, 85-92 p.
- Alpizar, L. Fassbender H.W y Heuvel dop, J. 1983. Estudio de Sistemas Agroforestales en el Experimento Central del CATIE: Determinación de Biomasa y Acumulación de Reservas Nutritivas (N, P, K, Ca, Mg), Turrialba, CR. 27 p.
- Alpizar, L; Fassbender H.W; Heuvel dop; Enrique, G; Fölster, H. 1985. Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica*) con Laurel (*Cordia alliodora*) y con Poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. I. Biomasa y Reserva Nutritivas. 35(3): 233-242.
- Alpizar, L; Enrique, G; Fassbender H.W; Heuvel dop, J. 1983. Estudio de Sistemas Agroforestales en el Experimento Central del CATIE, Turrialba: II Producción Agrícola y Maderable, Turrialba, CR. 24 p.
- Alvarado, S. M; Rojas, C. G. 1998. Cultivo y Beneficiado del Café. 1 reimpresión de la 1ed. San José, CR. 184 p.
- Aranguren; G.Escalante and R. Herrera. 1982. Nitrogen cycle of tropical perennial crops unders shade trees. Plant and Soil. 67,247-258.
- Areas, V; Molina, E. 2000. Extracción de N en dos cultivares de café en Costa Rica. XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura, Costa Rica. 155-165 p.
- Beer, J. 1982. Sistemas Agroforestales de Cultivos Perennes en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, CR. 17 p.
- Beer, J; Muschler, R; Kass, D.; Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. Agroforest Sistem. 38:139-169.
- Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica: Fundamentos para la región andina. Neckar-Verlang, Villigen-Schwenningen, Alemania. 682 p.
- Betrand y Rapidel. 1999. Introducción. In: Betrand, B. y Rapidel, B. Desafíos de la Agricultura en Centroamérica. IICA/PROMECAFE.CRAD. IRD.IX-Xp.
- Benavides, C. M; Romero, S. 2004. Efecto de diferentes niveles de insumo y tipos de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo de café (*Coffea*

- arabica* L), Masatepe, Nicaragua 2003-2004. Tesis. Ing. Managua, NI, UNA (Universidad Nacional Agraria). 54p.
- Blanco, M; Haggar, J; Moraga, P; Madriz, J; Pavón, J. 2002. Crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica* L.) en diferentes ambientes. UNA (Universidad Nacional Agraria), Departamento de Producción Vegetal, Managua, Nic.
- Blanco, M. 1991. “Deficiencias Nutricionales en Café”, Conferencia presentada a la Escuela de sanidad vegetal, FAGRO-UNA, Escuela de producción vegetal
- Borel, R. 1985. El programa de Sistemas Agroforestales del CATIE. Actividades en Turrialba CATIE. 8(4):8-12.
- Bornemisza, E. 1982, Nitrogen cycling in coffee plantations. *Plant and Soil* 64:241-246.
- Cussianovich, P; Altamirano, M. 2005. Estrategia nacional para el fomento de la producción orgánica en Nicaragua: “Una propuesta participativa de los actores del movimiento orgánico nicaragüense”. Managua, NI, Impresión Comercial La Prensa. 160 p.
- Fassbender, H. W. 1993. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. 2ed. Turrialba, CR. 491 p.
- Fassbender, H. W; Alpizar . L; Heuveldop, J; Enriquez, G.; Fölster, H. 1985. Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica*) con Laurel (*Cordia alliodora*) y Café con Poro (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba Costarrica. III. Modelos de la Materia Orgánica y los Elementos Nutritivos. Turrialba 35(4): 403-413.
- Fournier, L.A. 1987. El cultivo del café (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra: un agronómico y eco fisiológico. *Agronomía Costarricense* 12(1):131-146.
- Fixen, P. 1992. Dinámica del P en el suelo y en el cultivo en relación al manejo de los fertilizantes fosfatados (en línea). Disponible en: [http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltamn.nfs/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/b81a5e80e11d9c05256d58005bb04a/\\$FILE/Dinamica%20del%20f%C3%B3foro.pdf](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltamn.nfs/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/b81a5e80e11d9c05256d58005bb04a/$FILE/Dinamica%20del%20f%C3%B3foro.pdf)
- Galoway, G; Beer, J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América Central. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Primera reimpresión, Turrialba, CR: CATIE. 165 p.
- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE, C.R. 359 p.
- Glover, N; Beer, J. 1986. Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry systems. *Agroforestry Systems*. 4: 77-87.

- Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, C. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Serie Técnica N^o 44. CATIE. Managua NI. 266p.
- Haggar, J; Staver, C. 2001. Sostenibilidad y sinergismo en sistemas agroforestales con café: estudio de interacciones entre plagas, fertilidad del suelo y árboles de sombra. Agroforesteria en las Americas. 8(29):49-51.
- Heuveltop, J; Alpizar, L; Fassbender, H. W; Enriquez, G; Folster, H. (1985). Sistemas Agroforestales de café (*Coffea arabica*) con Laurel (*Cordia alliodora*) y Café con Poro (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. II. Producción Agrícola, Maderable y de Residuos Vegetales. Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas. 35(4):347-355.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2003. Estudio de la Cadena de Comercialización de café. Ed. EDITARTE. Managua NI, Impresión Comercial LA PRENSA S.A. 169 p.
- INEC (Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos). 2001. Tercer Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO). Managua, Nicaragua. 1 disco compacto 700 MB.
- Kass, D. 1998. Fertilidad de suelos. Ed. J Núñez Solís. Primera reimpression de la primera edición. San José, CR, EUNET (Asociación de Editoriales universitarias de América latina y del caribe). 68p.
- Labrador, M. J. 1996. La Materia Orgánica en los Suelos. España, Imprime: V, A. Impresores, S.A. 174p.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2002. Informe final; Elaboración del mapa del cultivo de café en Nicaragua. 16 p.
- MAGFOR (Ministerio de Agropecuario y Forestal). 2004. Estrategia para la Reconversión y la Diversificación Competitiva de la Caficultura en Nicaragua. 1 ed. 60 p.
- Meza, SR. 2003. Importancia y Practicas de Sistemas Agoforestales (en línea), Desplegable para Productores No 2. La Paz. Consultado el 25 de sept. 2004.
 Disponible en:
<http://www.inifap.gob.mx/publicaciones/importancia%20y%20practicass%20de%20sistemas%20agroforestales.htm>
- Monge, L, F. 1999. Manejo de la nutrición y fertilización del cultivo del café orgánico en Costa Rica.
- Montagnini, F. 1992. Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ed. rev. San José, CR. 622 p.

- Montagnini, F; Jordan, C, F; Matta,R. 1999. Reciclaje y Eficiencia en el Uso de Nutrientes en Sistemas Agroforestales; Nutrients use in Agroforestry Systemes: Recycle and Efficiency.Revista YVYRARETA; 9; Octubre de 1999. 21-40p.
- Moreno, A; Navorío, C. 2004. Caracterización Biofísica y de Suelos de Sistemas Agroforestales con Café en la Zona del Pacifico de Nicaragua. Tesis. Ing. Managua NI, UNA (Universidad Nacional Agraria). 49p.
- Munguía, A. J. 2003. Tasa de descomposición y liberación de nutrientes de la hojarasca de Eucalyptus deglupta, Coffea arabica y de hojas verdes de Erythrina poeppigiana solas y en mezcla. Tesis M. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 82 p.
- Muschler, R.G. 1997. Efecto de Erythrina poeppigiana sobre Coffea arabica var. Caturra y Catimor. Memorias XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura, Costa Rica, ICAFE, PROMECAFE, EDITOGRAMA, 183-175 p.
- Muschler,R.G. 1999 .Sombra o sol para un cafetal sostenible: un nuevo enfoque de una vieja discusión. Boletín PROMECAFE.
- Nair, P.K .R. 1997. Agroforestería, Centro de Agroforesteria para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, Mexico. 1ed en español, Chapingo.
- Pérez, G. D; López, L. A. 2004. Caracterización Biofísica y de Suelos de los Sistemas Agroforestales de Café bajo Sombra en los Municipios de Jinotega y Asturia: Uso y Efectividad de los Nutrientes. Tesis. Ing. Managua, NI, UNA (Universidad Nacional Agraria). 48p.
- Ramírez, L. 2001. Caficultura Orgánica. Boletín Informativo Regional Turrialba, ICAFE. Año 1, Numero 3, julio 2001, Turrialba Costa Rica. 2-5 pag.
- Russo, O. R. 1983. Mediciones de Biomasa en Sistemas Agroforestales, Trabajo presentado en el curso corto sobre metodologías de investigación agroforestal en el trópico húmedo. CATIE, Turrialba, CR. 27 p.
- Samper, M. K.1999. Trayectoria y Viabilidad de las Caficulturas Centroamericanas. In: Betrand, B. y Rapidel, B. Desafíos de la Agricultura en Centroamérica. IICA/PROMECAFE.CRAD. IRD.15-16 – 37 p.
- SAS (SAS Institute Inc,US). 1999. Statistic Analysis Systems Institute Inc. versión 8. Cary, NC, USA.
- Schibli, C. 2001. Percepciones de familias productoras sobre el uso y manejo de sistemas agroforestales con café, en el norte de Nicaragua. Agroforesteria en las Americas. 8(29):8-14.

- Somarriba, E. 1990. ¿Qué es agroforestería? El Chasqui. 24: 5-13. Turrialba CR:CATIE. 359p.
- Szott, L; Fernandez, E; Sanchez, P. 1991. Soil-plant interactions in agroforestry systems. Forest Ecology and Management 45: 127-152.
- Vasst, P. 2001. Resumen en el posters en el area de Agroforesteria Tropical (CATIE), ventajas y desventajas de los árboles de sombra en sistemas con café.
- Vindel, A E; Pantoja, RC. 2004. Dinámica de crecimiento de especies arbóreas como sombra en cafetales en el municipio de Masatepe, Masaya (2003-2004).Tesis. Ing. Managua, NI, UNA (Universidad Nacional Agraria). 68p.

VII. ANEXOS

Anexo 1.- Esquema gráfico de la Replica I (NISPERO) Jardín Botánico.

Total de cafetos: 2,230 plantas.

IISg (MO)	IISg (MC)	EcTr (MO)	EcTr (MC)	Psol (MC)
EcII (AC)	EcII (MO)	SgTr (MO)	SgTr (BO)	Psol (AC)
EcII (BO)	EcII (MC)	SgTr (MC)	SgTr (AC)	

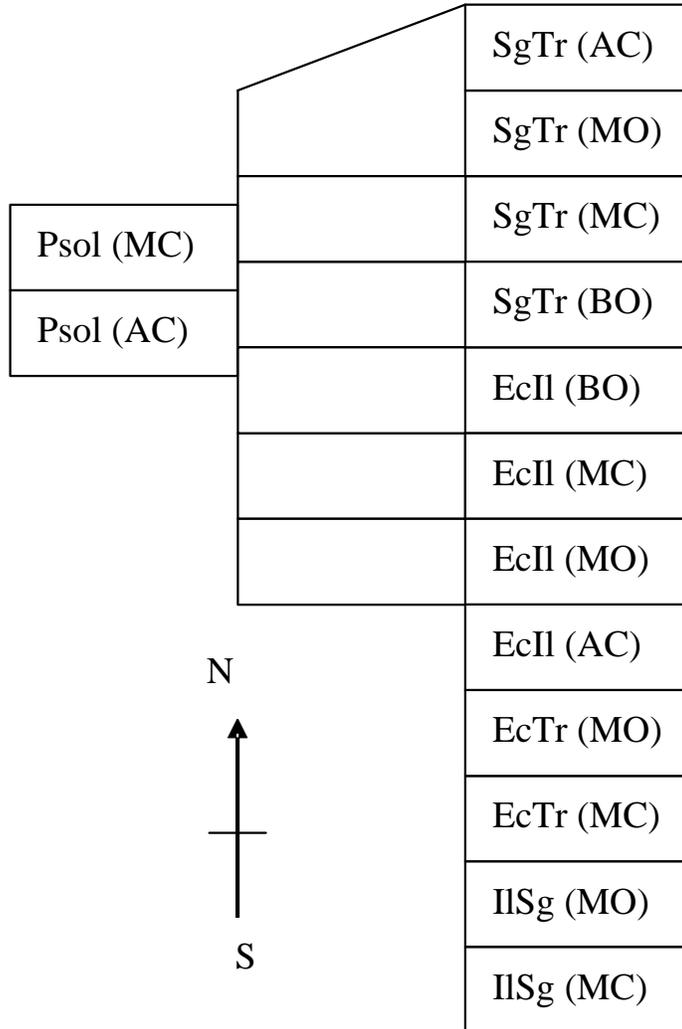
N



S

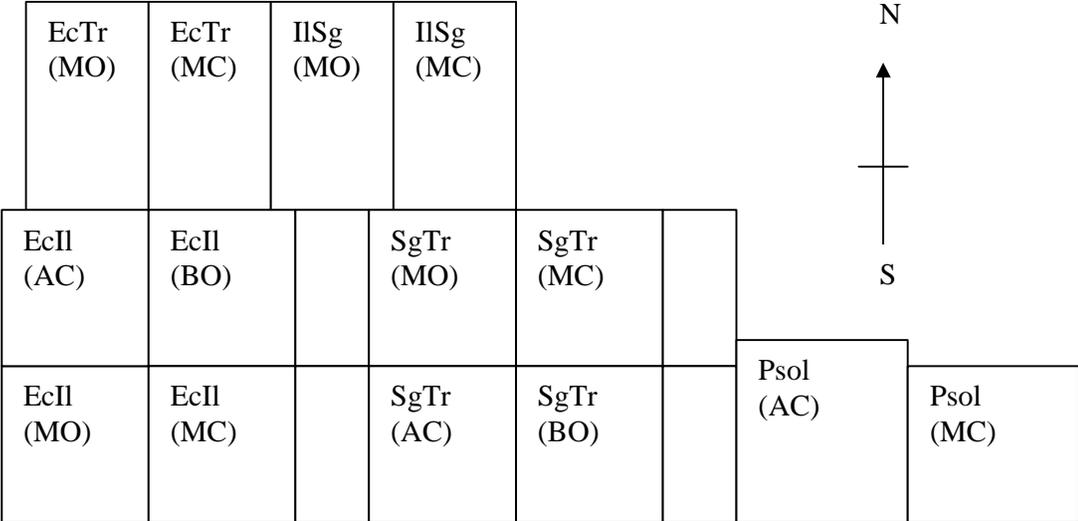
Anexo 2.- Esquema gráfico de la Replica II (MAMON), Jardín Botánico.

Total de cafetos: 2,548 plantas.



Anexo 3.- Esquema gráfico de la Replica III establecida en Campo Azules (CECA).

Total de cafetos: 4,486 plantas.



Anexo 4. Manejo de la Fertilización en el ensayo de sistemas agroforestales con café.

Nivel de insumo	2001	2002	2003	2004
INTENSIVO ORGANICO MO	Verano: 2.3 kg de pulpa de café por planta (pulpa semi descompuesta) Canícula: 2.8 kg de gallinaza por planta.			
	Una aplicación mensual de biofermentado (2 l de soluto por cada de 18 litros de agua.)			
EXTENSIVO ORGANICO BO	Verano: 2.8 kg de pulpa de café por planta.			
ALTO CONVENCIONAL AC	Junio: 50 g por planta de 18-6-12-4-0.2. Inicio de Septiembre: 70 g por planta de 12-30-10		Junio: 33 g por planta de 27-9-18 Septiembre: 70 g por planta de 12-30-10	
	Mediados Oct.: 40 g de Urea.; 10 g de Muriato de K.			
	Aplicaciones foliares: 113 g de urea + 25 g de Zinc + 30 g de Boro por bombada de 20 l. (Marzo-Abril; Mayo-Junio; Julio-Agosto Sept.-Oct.)			
MODERADO CONVENCIONAL MC	Junio: 25 g por planta de 18-6-12-4-0.2. Septiembre: 35 g por planta de 12-30-10		Junio: 17 g por planta de 27-9-18 Septiembre: 35 g por planta de 12-30-10	
	Mediados Octubre: 20 g de Urea.y 5 g de Muriato de K.			
	Aplicaciones foliares: 113 g de urea + 25 g de Zinc + 30 g de Boro por bombada de 20 l. (Marzo-Abril; Sept.-Oct.)			

Anexo 5. Aspectos técnicos en el manejo de las enfermedades presentes en el ensayo de sistemas agroforestales con café.

Nivel de insumo	2001	2002	2003	2004
INTENSIVO ORGANICO MO	2 a 3 aplicaciones de caldo sulfocálcico con criterio de aplicación de 10% e incidencia de mancha de hierro.		3 aplicaciones máximas de caldo sulfocálcico.	Se incluye una aplicación preventiva en junio.
			Marchitez lenta: Poda de saneamiento y aplicación de Cal (Junio-Julio).	
EXTENSIVO ORGANICO BO			Marchitez lenta: Poda de saneamiento y aplicación de Cal (Junio-Julio).	
ALTO CONVENCIONAL AC	3 aplicaciones de Anvil 1. 1/200 l de agua. (Mayo-Junio; Julio-Agosto; Setp-Oct) aplicado al 5% de incidencia de mancha de hierro.		1 aplicación de mancozeb (Mayo) 3 aplicaciones de Anvil (Agosto-Sept; Oct-Nov).	1 aplicación de Oxicloruro de Cobre (mayo - junio) 2 aplicaciones de Anvil (Agosto-Sept; Oct-Nov).
			Marchitez lenta: Poda de saneamiento y aplicación de benzimidazol (Carbendazin) en la base de la planta. (Junio, Julio)	
MODERADO CONVENCIONAL MC	2 aplicaciones de Anvil 1.1/200 litros de agua.		1 aplicación de Mancozeb (mayo) 2 aplicaciones de Anvil.	1 aplicación de Oxicloruro de Cobre como preventivo.
			Marchitez lenta: Poda de saneamiento y aplicación de Carbendazin (Junio-Julio).	

Anvil: Triazol

Mancozeb: Ditiocarbamato

Carbendazin: Benzimidazol

Anexo 6. Aspectos técnicos del manejo de hierbas en el ensayo de sistemas agroforestales con café.

NIVEL DE INSUMO	2001	2002	2003	2004	CRITERIOS UTILIZADOS A PARTIR DE MUESTREO DE CAMPO (PUNTA DE ZAPATO).
INTENSIVO ORGANICO MO	Manejo de maleza en época seca y lluviosa Dos chapias sin criterio en verano para los 4 niveles de insumo.				Se realiza chapia cuando el 50 % de las malezas alcancen una altura entre 10 a 15 cm.
	Machete en carril amplio y manejo de floración.	Manejo selectivo de malezas solo con machete.			
EXTENSIVO ORGANICO BO	Manejo de hierbas en época seca y lluviosa.				Se realiza chapia cuando el 50 % de las malezas alcancen una altura entre 20 a 30 cm.
	Machete en carril amplio y manejo de floración.	Manejo selectivo de malezas con machete. Carrileo al momento de hacer la calle.			
ALTO CONVENCIONAL AC	Manejo de maleza en época seca y lluviosa.				Se realiza chapia cuando el 25 % de las malezas alcancen una altura entre 10 a 15 cm. 15 días después de la chapia se aplica herbicida.
	Control total de malezas con chapias y 2 aplicaciones de Round up (Glifosato) + Ally (sulfonilurea).	Control total de malezas con chapea y 2 aplicaciones Round up (Glifosato) + Flex (difenilo) Carrileo al momento de hacer la calle.			
MODERADO CONVENCIONAL MC	Manejo de maleza en época seca y lluviosa				Se realiza chapia cuando el 50 % de las malezas alcancen una altura entre 10 y 15 cm. 15 días después de la chapia se aplica herbicida.
	Control selectivo de malezas y aplicación de Round up (Glifosato) o Flex (difenilo)	Manejo selectivo de malezas con machete y aplicación de Round up (Glifosato) Carrileo a 100 cm de ancho.			

Anexo 7. Aspectos técnicos del manejo de insectos plagas (minador y broca) que afectan al cultivo de café en el ensayo de sistemas agroforestales.

Nivel de insumo	2001	2002	2003	2004
INTENSIVO ORGANICO MO	2 aplicaciones si fuera posible contra minador 40% de incidencia.		Aplicación de torta neem al hoyo en resiembra.	
	Graniteo + pepena			
	nada	Gallina ciega: Torta de neem (<i>Azadirachta indica</i>)		
EXTENSIVO ORGANICO BO		Aplicación de torta de nim en el hoyo en la resiembra 10 g/hoyo en resiembra.		
	Graniteo + pepena			
ALTO CONVENCIONAL AC	Marzo, Abril, Mayo Minador: Aplicación de clorpirifos (Lorsban) 0.75 a 1.5 l/200 l de agua. Si fuera posible.		Se aplica según la incidencia de minador. 40% de hojas minadas.	
	Julio, Septiembre Broca: Aplicaciones de Endosulfan 750 cc/200 l de agua.			
	Gallina ciega: Aplicación de Lorsban.		Gallina ciega 5 g de organofosforado (Terbufos) por hoyo.	
MODERADO CONVENCIONAL MC	Marzo, Abril Minador: Aplicación de Lorsban 0.75 a 1.5 l/200 l de agua.		Se aplica según la incidencia de minador. 40% de hojas minadas.	
	Julio Broca: Aplicación de Endosulfan según floraciones.			
			Gallina ciega: Aplicación de Lorsban.	Gallina ciega 5 g de Terbufos por hoyo.

Anexo 8.- Muestreo de la materia vegetal del suelo en el campo.

